السلسلة العلمية المبسطة

محمد ناصيف

الراديو والتلفزيون

أسئلة و أجوبة



السلسلة العلمية المبسطة

الراديو والتلفزيون

أسئلة و أجوبة

محمد ناصيف



جميع الحقوق محفوظة

الطبعة الأولى
١٤١١ هـ — ١٩٩٠ م

دمشق — سوريا — الحلبوني — مدخل فندق الشموع
تلفون : ٢٢٣٨١١ — ص . ب : ١٣٣٤٤ — تلكس : ٤١١٥٤١

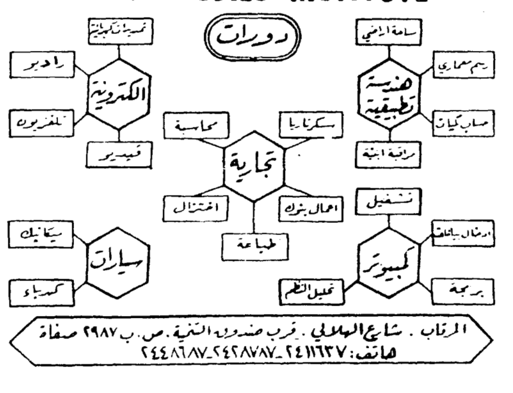
يطلب في الكويت من :

مكتبة جبل نابلس
النقرة — قرب المعهد الوطني

مكتبة لقمان — مقابل معهد الدراسات العالية —
المرقاب — شارع الهلالي — قرب صندوق التنمية
هاتف : ٢٤٢٨٩٢٤ — ص . ب : ٢٩٨٧
الصفاة — الرمز البريدي 13030 — الكويت



HIGH STUDIES INSTITUTE



مقــدمــة

الراديو والتلفزيون جهازان من أهم أجهزة التواصل بين مختلف أقطار الدنيا ، فإنك تستطيع وأنت خلف باب مكتبك المغلق أن تسمعَ وتشاهد كل ما يدور في أرجاء المعمورة من أحداث وأخبار واكتشافات فلا غرو لو أفردنا لهما بحثاً بين دفتي كتابٍ يعمق معرفة الإنسان في هذين الجهازين البالغي الأهمية . لأن حب الإطلاع واكتساب المعرفة هما الأساس الذي ترتكز عليه عملية التعليم .

وهكذا فإن الشخص الذي يرغب بالحصول على المعرفة ستكون لديه الفرصة مهيئة للاستيعاب والاحتفاظ بالمعلومات أكبر بكثيرٍ من ذاك الذي يتصفح موضوعاً معيناً لمجرد أنه صادفه عرضاً ، وأراد تزجية الوقت والتسلية .

ومن هنا جاء إعداد هذا الكتاب بطريقة تختلف عن طريقة الكتب المدرسية المتعارف عليها ، من حيث المنهجية المملة والروتين المقيت . فلقد ارتضيت لكتابي هذا طريقة طرح الأسئلة والإجابة عليها ، فكلما توفرت الإمكانية لطرح مزيدٍ من الأسئلة والإجابة عليها ، فكلما توفرت الإمكانية لطرح مزيدٍ من الأسئلة العملية التي تم وضعها بشكل ذكي وعملي ، تم اكتساب المعرفة بتطور المعلومات المتدرج ، حيث تنشأ الأسئلة التالية عن الأجوبة السابقة ، مما دفع بالكتاب لأن تأتي مواده متتالية متشابكة ، يقودُ بعضها بعضاً ، لتؤدي الفائدة الأعم ؛

وفيما عدا ذاك ، نجد أن العناوين تعطي في الوقت نفسه دليلاً على خط طرح الأسئلة مما يمكن القارىء من أن يعالج مواضيع هذه المعلومات بجانب القراءة ،

وتسهيلاً لتتبع البحث تجنبنا العمليات الرياضية الصعبة والمعادلات المعقدة الصعبة المأخذ .

وأما المخططات الأخرى فإنها تقدم لنا المعلومات الأساسية ، مع الأخذ بعين الاعتبار ، تفادي المسائل المحيرة غير الأساسية .

ولا ندعي الكمال فيما انتهجناه في كتابنا هذا ، فإنه توجد كتب مدرسية جيدة يمكن للقارىء الذي يرغب بأن يزداد معرفة من المعلومات المعطاة هنا أن يلجأ إليها .

١ — لقد بدأنا الكتاب بالفصل الأول بالحديث عن الكهرباء ، والتيار الكهربائي ، شدته وقياسه ، ثم المقاومة وقياسها ، فالقدرة الكهربائية وأشكالها ، ثم التأثيرات الحرارية ، فالملفات والوشائع والتردد المغناطيسي فالمحولات والمكثفات .

٢ — أما الفصل الثاني فتناولنا فيه الأمواج الصوتية واللاسلكية طولها وقصرها وترددها ، ومكبرات الصوت والديسبل ، والهوائيات وما يتعلق بها .

٣ — الفصل الثالث ويبحث في الترانزيستورات بأشكالها وأنواعها والمواد المستخدمة فيها ، وتحكمها بالتيار .

٤ — الفصل الرابع وتم فيه بحث الدارات الأساسية الالكترونية لتقويم التيار ، وأنواع المقومات المستخدمة والمكثفات ، ومولدات الذبذبة .

٥ — الفصل الخامس ، ويبين كيفية عمل المستقبل اللاسلكي من حيث التقاط التردد اللاسلكي ، وموالفة هذه الدارات على ترددٍ معين ، ومرشح الترانس والغرض من وجود دارة المرشح ، والبث المجسم وغير ذلك .

٦ — الفصل السادس ، ويبحث في مجموعة من الأسئلة عن مبادىء التلفزيون وكيفية التقاط الصور من خلال انبوبة الكاميرا ، وعناصر الصورة ، والشكل الموجي ، والإرسال بترددٍ جانبي أثري ، وتوزيع الأقنية .

٧ ــ الفصل السابع ونستعرض فيه جهاز الاستقبال التلفزيوني وتكوينه ، وأنواع الموالفة ذات التردد العالي ، والصوت أثناء الموالفة ، والتحكم الأوتوماتيكي بالكسب ، وأنواع المضخم المستخدم لخروج الإشارات الحاملة للصور ، والدارات التكاملية وكل ما يتعلق بذلك .

فإذا أدّت هذه الفصول المبينة آنفاً في هذا الكتاب إلى شحذ فضوله وإثارة اهتمامه ، فإنا نكون راضين كل الرضى ، وإذا نجحت هذه الفصول بزيادة مخزون المعرفة لدى القارىء ، فإن المتاعب والوقت اللذين عانينا منهما كثيراً لن تكون قد ضاعت سدًى ، والله من وراء القصد .

محمد ناصيف

محتويات الفصل الأول

(١ ـ الكهرباء)

السؤال	رقم الصفحة
ـ ما هو التيار الكهربائي ؟	١٩
ـ كيف يتم قياس التيار الكهربائي ؟	١٩
ـ ما هي المقاومة الكهربائية ؟	١٩
ـ كيف يتم قياس المقاومة ؟	٢٠
ـ ما هو قانون أوم ؟	٢١
ـ ما هي القدرة الكهربائية ؟	٢١
ـ ما هو اتجاه جريان الالكترونات في الدارة ؟	٢١
ـ ما هو مقدار التيار الساري وما هو تأثير إضافة المقاومة على الدارة المبينـة في الشكل ١ (أ) ؟	٢١
ـ كيف تؤثر أنواع توصيلات الدارة الأخرى على سريان التيار ؟	٢٢
ـ كيف يتم حساب التيارات وهبوطات الجهد في التفريعات المختلفة من الشكل ١ (د) بشكل عملي ؟	٢٣
ـ ما هي القدرة المتطورة ؟	٢٤
ـ هل جميع المواد المقاومة تتبع قانون أوم ؟	٢٤
ـ ما هي تأثيرات التيار الكهربائي ؟	٢٤
ـ كيف يتم استخدام التأثير الكيميائي ؟	٢٤
ـ ما هو التأثير الحراري للتيار الكهربائي ؟	٢٥
ـ كيف يتم استخدام التأثير الحراري ؟	٢٥

ـ ما هو التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي ؟	٢٧
ـ هل ينطبق هذا على الملف (وشيعة) ؟	٢٧
ـ هل يمكننا أن نضبط تركيز التدفق المغناطيسي ؟	٢٧
ـ كيف يتم استخدام المغناطيس الكهربائي ؟	٢٨
ـ كيف يعمل المقياس ؟	٢٩
ـ كيف يتم استخدام هذا المبدأ ؟	٢٩
ـ ما هو التردد ؟	٣٠
ـ ما هو التردد القياسي ؟	٣١
ـ ما هي قيمة متوسط الجذر التربيعي ؟	٣١
ـ ما هي التأثيرية (التحريضية) ؟	٣٢
ـ ما هو التأثير الذي يتميز به القلب ؟	٣٢
ـ ما هو المحول ؟	٣٢
ـ ما هي العلاقة بين اللفائف ؟	٣٣
ـ كيف يتم تحويل القدرة ؟	٣٤
ـ ما هي السعة ؟	٣٤
ـ كيف يتم قياس السعة ؟	٣٥
ـ كيف يتم حساب ثابت الزمن ؟	٣٥
ـ ما هي المفاعلة السعوية ؟	٣٥
ـ ما هي العلاقة الطورية ؟	٣٦
ـ ما هو تأثير الجمع بين السعة والمحاثة والمقاومة في دارة واحدة ؟	٣٧
ـ ما هو الرنين (الطنين) ؟	٣٧
ـ ماذا نعني بعامل Q في ملف ما ؟	٣٧
ـ ما هي رموز الألوان المصطلحة للمقاومات ؟	٣٧
ـ هل يطبق نفس النظام على المكثفات ؟	٣٩

محتويات الفصل الثاني
(٢ ـ الأمواج الصوتية واللاسلكية)

السؤال	رقم الصفحة
ـ ما هي الموجة اللاسلكية ؟	٤١
ـ ما هو الطول الموجي ؟	٤١
ـ ما هو التردد ؟	٤٢
ـ هل توجد علاقة بين الطول الموجي وبين التردد ؟	٤٢
ـ هل تكون موجات الصوت مماثلة ؟	٤٣
ـ ما هي أنواع شكل الموجة التي يمكن أن تواجهها أثناء العمل بصناعة الراديو ؟	
ـ ما هو تضمين السعة (أو تعديل سعة الموجة) ؟	٤٣
ـ ما هو تضمين التردد ؟	٤٣
ـ كيف يتم تحويل الموجة اللاسلكية المضمنة أو المعدلة إلى صوت في جهاز استقبال؟	٤٣
ـ كيف يعمل مكبر الصوت ؟	٤٤
ـ هل تكون سماعة الرأس مشابهة ؟	٤٥
ـ هل توجد أنواع مختلفة من مكبرات الصوت ؟	٤٥
ـ ما هو مبدأ مكبر الصوت الالكتروستاتي ؟	٤٦
ـ لماذا تعتبر فلطية الاستقطاب ضرورية ؟	٤٦
ـ ما هو مجال الصوت ؟	٤٧
ـ ما هو تأثير جهارة أو حجم الصوت ؟	٤٧
ـ كيف يتم قياس جهارة الصوت ؟	٤٨

ــ ما هو الديسبل ؟	٤٨
ــ كيف يستخدم هذا بالنسبة لاختلافات التيار أو الفلطية ؟	٤٨
ــ كيف يقوم الهوائي بالتقاط الإشارات ؟	٤٨
ــ هل هناك طرق أخرى لتوليف الهوائي ؟	٤٩
ــ ما هو تأثير تحميل الهوائي ؟	٤٩
ــ ما هي ممانعة (أو مقاومة) الهوائي) ؟	٤٩
ــ ما هي أنواع الهوائيات المستخدمة ؟	٤٩
ــ لماذا يستخدم الكبل ذو الموصلين المتحدي المحور في عملية التوصيل مع جهاز استقبال تلفزيوني ؟	٤٩
ــ لماذا يستخدم في بعض الأحيان مغذي متوازي السلكين ؟	٥٠

محتويات الفصل الثالث

(٣ ــ الترانزيستورات)

السؤال	رقم الصفحة
أنصاف النواقل :	٥١
ــ ما هو النصف ناقل ؟	٥١
ــ كيف يتم تشكيل النصف ناقل ؟	٥١
ــ ما هي المواد المستخدمة ؟	٥١
ــ ما هو دايود المقوم ؟	٥٣
ــ كيف تستخدم الدايود ؟	٥٣
ــ ما هو الصمام الثنائي المتماس القطبين ؟	٥٣
ــ كيف يعمل الصمام الثنائي المتماس القطبين ؟	٥٥
ــ هل هناك جريان للتيار بشكل فعلي ؟	٥٥
ــ ما هو الدايود ذو التماس النقطي ؟	٥٥

- هل يختلف المنحني المميز للدايود ذي التماس النقطي ؟ ٥٦
- ما هو أثر أو ظاهرة زنر ؟ ٥٦
- ما هي الوسائل النصف ناقلة الأخرى المستخدمة بهذا الشكل ؟ ٥٧

الترانزيستورات : ٥٧

- ما هو الترانزيستور ؟ ٥٧
- ما هي المواد المستخدمة ؟ ٥٧
- ما هي مزايا الترانزيستورات السليكونية ؟ ٥٩
- ما الذي نعنيه بعبارة الانتشار ؟ ٥٩
- كيف يمكن التحكم بعملية الانتشار ؟ ٦١
- كيف يمكن بعد ذلك التحكم بطبقات الأكاسيد الرقيقة ؟ ٦١
- ما هي مزايا عملية التسوية ؟ ٦١
- ما هي المساوىء الموجودة في عملية التسوية ؟ ٦٢
- هل يمكن الافتراض بوجود حل ؟ ٦٢
- هل يكون بذلك هذا هو الترانزيستور المستوي الـ Epitaxial ؟ ٦٣
- إذا كانت معظم الترانزيستورات مصنوعة بهذا الشكل . فلماذا توجد طرازات عديدة لها ؟ ٦٣
- إلى ماذا تشير أرقام الطراز ZN ! ٦٣
- ماذا عن الأرقام الأوربية الطراز ؟ ٦٤

استخدام الترانزيستورات : ٦٦

- ما هي التوصيلات إلى الترانزيستور ؟ ٦٦
- كيف يعمل الترانزيستور ؟ ٦٦
- ما هي مناسيب الفلطية النموذجية المستخدمة ؟ ٦٧
- كيف يقوم الترانزيستور بالتحكم بالتيار ؟ ٦٧
- كيف يمكننا قياس أثر التحكم هذا ؟ ٦٨
- ما هي الناقلية التبادلية ؟ ٦٩

ـ كيف يساعدنا هذا على تضخيم الإشارة ؟	٦٩
ـ ما هو مقدار الانحياز الواجب تطبيقه ؟	٧٠
ـ ما هي الدارات المستخدمة لتطبيق الانحياز ؟	٧٠
ـ هل هذه الدارة البسيطة وهي الأكثر استخداماً ؟	٧١
ـ ما هي التأثيرات التي تقوم بها هذه الدارات الانحيازية على الإشارة ؟	٧١
ـ هل هذا الطراز من الدارة يعتبر هو دارة التضخيم الوحيدة ؟	٧٢
ـ لماذا تحتوي بعض الترانزيستورات على أربعة أسلاك للتوصيل ؟	٧٣
ـ ماذا نعني بالرمز f.e.t ؟	٧٣
ـ ما هي المزايا التي توجد في هذا النوع ؟	٧٥
ـ ما هي MOSFET ؟	٧٥
ـ متى سيتم استخدام الترانزيستور MOSFET ؟	٧٥
أنابيب الأشعة الكاثودية :	٧٦
ـ ما هي أنبوبة الصورة وكيف تعمل ؟	٧٦

محتويات الفصل الرابع
(٤ ـ الدارات الأساسية)

السؤال	رقم الصفحة
الدارات الالكترونية لتقويم التيار :	٧٧
ـ ما هو التشغيل النصف موجي ؟	٧٧
ـ كيف يعمل المرشح ؟	٧٨
ـ ما هي أنواع المقوم المستخدمة ؟	٧٨
ـ ما هو مقوم الموجة الكاملة ؟	٧٩
ـ ما هو المقوم القنطري ؟	٨٠
ـ كيف يتم تحقيق إقرار الفلطية ؟	٨٠
ـ ما هو أبسط شكل ؟	٨٠

المضخمات: ٨١
– ما هي أنواع دارات التضخيم المستخدمة ؟ ٨١
– كيف يتم تقارن مراحل التضخم ؟ ٨٢
– ماذا عن التقارن بمكثف ؟ ٨٢
– ما هو المضخم من الفئة A ؟ ٨٣
– ما هو المضخم من الفئة B ؟ ٨٣
– ما هو مضخم القدرة ؟ ٨٣
– ما هو نوع دارات خرج القدرة المستخدمة للترددات اللاسلكية ؟ ٨٤
– ما هو المضخم الدفعي والجذبي ؟ ٨٤
– ما هي دارة الترانزيستور الدفعية الجذبية الأحادية الطرف ؟ ٨٤
– كيف تعمل دارة التماثل المتممة ؟ ٨٦
– لماذا يتم استخدام هذه الدارات في أغلب الأحيان ؟ ٨٦
– ما هو الشيء الخاص المتعلق بمضخم الترددات اللاسلكية ؟ ٨٧
– ما هي المشاكل الخاصة المتعلقة بمضخم الترددات اللاسلكية ؟ ٨٧
– ما هو الغرض من وجود المكثف عبر المقاومة الإنحيازية ؟ ٨٨
– لماذا يتم استخدام المكثفات التحليلية الكهربائية من أجل تخفيض التقارن في الدارات السمعية ؟ ٨٨
– هل هذا هو السبب أيضاً في وجود المكثفات التحليلية الكهربائية في وضعيات التقارن بين المراحل في دارات الترانزيستور ؟ ٨٨
– ما الذي تشتمل عليه هذه المقاومة ؟ ٨٩
– هل هذا يستلزم بأن تكون الأقطاب الموجبة والسالبة في منبع القدرة بنفس الجهد الكهربائي بالنسبة للتيار المتناوب ؟ ٨٩
– ما هي الأنواع الأخرى الموجودة للمضخم ؟ ٨٩
– ما هي الميزة الخاصة للدارة التكاملية ؟ ٨٩
– هل يرمز للدارة التكاملية (i.c.) برمز خاص ؟ ٩٠
– كيف يتم استخدام الدارات التكاملية في أجهزة الراديو ؟ ٩٠

- لماذا يلزم إضافة القطع المكونة الأخرى ؟ ٩١
- كيف يتم استخدام الدارات التكاملية في أجهزة الاستقبال التلفزيونية ؟ ٩١

مولدات الذبذبة : ٩١

- ما هو مولد الذبذبة ؟ ٩١
- ما هو مولد الذبذبة هارتلي ؟ ٩٢
- ما هو مولد الذبذبة كولبتس (Colpitts) ؟ ٩٢
- هل تستخدم هذه الدارات في التردد العالي جداً والتردد فوق العالي ؟ ٩٣
- ما هي مبادىء التحكم البلوري بالتردد ؟ ٩٤
- هل تكون هذه الدارات محدودةً أو مقصورة على تردد معين ؟ ٩٤
- كيف يعمل مذبذب التراخي المتعدد التوافقيات ؟ ٩٤
- هل توجد دارة خاصة للقواعد الزمنية ؟ ٩٥

محتويات الفصل الخامس

(٥ ـ كيفية عمل المستقبل اللاسلكي)

السؤال	رقم الصفحة

- ما الذي نعنيه بعبارة « مستقبل » ؟ ٩٧
- كيف يتم التقاط التردد اللاسلكي ؟ ٩٧
- ما هو مستقبل t.o.f ؟ ٩٧
- ما هي الطريقة البديلة المتوفرة ؟ ٩٨
- كيف تتم موالفة هذه الدارات ؟ ٩٨
- هل تتم موالفة هذه الدارات دائماً على تردد معين ؟ ٩٨
- ما هي دارة الامرار النطاقي ؟ ٩٨
- هل توجد طرق أخرى لتسوية الاستجابة ؟ ٩٨
- ما هي أنواع دارات الامرار النطاقي المستخدمة ؟ ٩٩

ـ ما هي مساوىء جهاز الاستقبال ذي التردد اللاسلكي الموالف ؟	١٠٠
ـ ما هو الحل ؟	١٠٠
ـ ما هي الميزات الخاصة لجهاز الاستقبال الهترودايني فوق السمعي ؟	١٠٠
ـ كيف يتم الحصول على التردد الأوسط ؟	١٠٠
ـ ما هي الترددات الحقيقية المستخدمة ؟	١٠٢
ـ ما هو مرشح الترانس (Transfilter) ؟	١٠٢
ـ ما هو جهاز الاستقبال الهترودايني فوق السمعي المزدوج ؟	١٠٣
ـ لماذا يكون تردد مولد الذبذبة أعلى من تردد الموجة الحاملة ؟	١٠٣
ـ كيف تتم الموالفة المستمرة ؟	١٠٣
ـ ما هي مكثفات التهذيب والتوهين ؟	١٠٤
ـ ما هي الشروط الخاصة بمرحلة مضخم الترددات الوسطى ؟	١٠٥
ـ هل تختلف مرحلة التردد الأوسط ذات التردد العالي جداً ؟	١٠٥
ـ ما هو التعادل ؟	١٠٥
ـ كيف يعمل مستخلص الذبذبة المضمنة ؟	١٠٦
ـ كيف يعمل المكشاف النسبي ؟	١٠٦
ـ ما هو الغرض من وجود دارة المرشح ؟	١٠٧
ـ ما هي ميزة المكشاف النسبي ؟	١٠٨
ـ ما هي المساوىء ؟	١٠٨
ـ ما هو مميز فوستر ـ سيلي ؟	١٠٨
ـ لماذا يعتبر وجود المحدد ضرورياً ؟	١٠٨
ـ كيف يعمل المحدد ؟	١٠٩
ـ هل هذا لا يؤدي إلى تشويه الإشارة ؟	١٠٩
ـ ما هي ميزة هذا النظام ؟	١٠٩
ـ ما هي المساوىء ؟	١٠٩
ـ ما هو جهاز التحكم الأوتوماتيكي بالكسب ؟	١٠٩
ـ كيف يتم تحقيق الاعاقة (التأخر) ؟	١١٠

– ما هو جهاز التحكم الأوتوماتيكي بالتردد ؟	١١٠
– ماذا يتبع عملية الكشف ؟	١١١
– كيف يتم التحكم بالطنين ؟	١١١
– هل توجد طريقة أكثر شمولاً ؟	١١٢
– ما الذي تعنيه التغذية المرتدة السالبة ؟	١١٢
– كيف يتم نقل أو إرسال إشارات الستيريو ؟	١١٣
– كيف يتم تحويل الإشارات إلى رموز ؟	١١٣
– كيف تتم عملية فك الرموز ؟	١١٣
– هل توجد أية مساوىء ؟	١١٥

محتويات الفصل السادس

(٦ ـ مبادىء التلفزيون)

السؤال	رقم الصفحة
– ما هو التلفزيون ؟	١١٧
– كيف يتم التقاط الصور ؟	١١٧
– ما هي أنبوبة الكاميرا ؟	١١٧
– كيف تعمل أنبوبة الكامير ؟	١١٧
– كيف يتم مسح الحزمة ؟	١١٩
– ما هو عنصر الصورة ؟	١١٩
– ماذا نعني بكلمة المسح ؟	١١٩
– ما هو التشابك ؟	١٢٠
– ما هو نمط (أو شبكة) خطوط المسح ؟	١٢١
– ما هو الذي نعنيه بعبارة التزامن ؟	١٢١
– ما هو نوع التضمين المستخدم ؟	١٢٢
– ما هي أهمية عرض النطاق الترددي ؟	١٢٣

ـ ما هو الإرسال بتردد جانبي أثري ؟	١٢٣
ـ ما هي الترددات المستخدمة ؟	١٢٥
ـ هل تستخدم نفس الترددات للتلفزيون الملون ؟	١٢٥
ـ هل يمكننا أن نمعن النظر في هذا بدقة أكبر ؟	١٢٦

محتويات الفصل السابع

(٧ ـ جهاز الاستقبال التلفزيوني)

السؤال	رقم الصفحة
ـ كيف يتم تكوين جهاز الاستقبال التلفزيوني ؟	١٢٧
ـ ما هي أنواع وحدات الموالفة ذات التردد العالي جداً المستخدمة ؟	١٢٨
ـ ما هي الميزات الخاصة للموالفة التزايدية ؟	١٢٩
ـ ما هو الموالف البرجي ؟	١٢٩
ـ كيف يعمل الموالف بتغيير الانفاذية ؟	١٢٩
ـ كيف تتم الموالفة الدقيقة ؟	١٣٠
ـ ما هو الاختلاف في جهاز موالفة الترددات فوق العالية ؟	١٣٠
ـ كم هو عدد مراحل التردد الأوسط المطلوب ؟	١٣١
ـ كيف يتم تحقيق عرض النطاق الترددي الواسع هذا ؟	١٣١
ـ كيف يتم استخلاص اشارة الصوت ؟	١٣٢
ـ ما هي مصيدة الصوت (أو مرشح الإشارات الصوتية) ؟	١٣٢
ـ ما هو الصوت أثناء الموالفة ؟	١٣٣
ـ ما هو نوع المضخم المستخدم لخرج الإشارات الحاملة للصور ؟	١٣٣
ـ ما هي استعادة التيار المستمر ؟	١٣٤
ـ ما هو التحكم الأوتوماتيكي بالكسب ؟	١٣٤
ـ ما هو دايود القمط ؟	١٣٦
ـ كيف يتم فصل النبضات الإطارية ونبضات الخط ؟	١٣٧

ــ ما هو التزامن المنتظم السرعة ؟	١٣٨
ــ ما هو مبدأ القاعدة الزمنية ؟	١٣٨
ــ كيف تعمل مرحلة خرج المجال ؟	١٣٩
ــ كيف تعمل القاعدة الزمنية الخطية ؟	١٣٩
ــ كيف يتم إنتاج فلطية التعزيز وفلطية e.h.t ؟	١٣٩
ــ ما هي الموالفة التوافقية الثالثة ؟	١٤١
ــ ما هو المحول المزال الإشباع ؟	١٤١
ــ كيف يتم التحكم بالخطية ؟	١٤١
ــ كيف يتم تأمين تعييرات الصورة الأخرى ؟	١٤٢

الفصل الأول

الكهرباء

ما هو التيار الكهربائي ؟

التيار الكهربائي عبارة عن حركة منتظمة للإلكترونات في دارة . تحدث بسبب ضغط فرق الجهد . وتكون سريان التيار الكهربائي .

كيف يتم قياس التيار الكهربائي ؟

يتم قياس التيار بالأمبير . فمثلاً أن تياراً بقوة /١/ أمبير يسري عند مرور ٦,٢٨ × ١٠^١٨ الكترون بنقطة معينة خلال ثانية واحدة . يزداد التيار بشكل متناسب مع الجهد (التوتر) المحدث له وينخفض التيار بشكل يتناسب مع المقاومة المعاكسة له . في العمل المتعلق بالراديو والتلفزيون تستخدم أجزاء صغيرة من الأمبير في العادة . فالملي أمبير يرمز له بـ (mA) يعادل جزء من ألف من الأمبير ، والميكرو أمبير (μA) يساوي جزء من مليون من الأمبير .

ما هي المقاومة الكهربائية ؟

إن مقاومة سريان التيار الكهربائي تحدث بنسب متفاوتة في كل المواد . فمثلاً يطلق على المواد ذات المقاومة الضعيفة اسم الموصلات (أو النواقل) . وتتميز المعادن عن معظم المواد الأخرى بمقاومة أقل للتيار ، وإن النحاس ذا المقاومة الضعيفة للتيار والذي يتميز بشيوعه وسهولة تشغيله يستخدم على نطاق واسع كوسيلة لتوصيل أو نقل سريان التيار الكهربائي. وأما بالنسبة للمواد ذات المقاومة العالية للتيار فإنها تعرف باسم العوازل . ومن الأمثلة عليها الزجاج والخزف الصيني (البورسلان) والباكليت . ومن المواد المستخدمة حالياً أيضاً على نطاق واسع المواد البلاستيكية المختلفة .

كيف يتم قياس المقاومة ؟

تقاس المقاومة بالأوم . وتستخدم مضاعفات وأجزاء الأوم في الأعمال المتعلقة بالراديو والتلفزيون كما هو مبين في الجدول رقم ١ . إن نظام ترميز الألوان القياسي الخاص بالمقاومات نجده موضحاً في نهاية هذا الفصل .

الجدول رقم ١ — مضاعفات وأجزاء الخاصيات الكهربائية

الخاصية الكهربائية	المضاعفات والأجزاء	الرمز
المقاومة	ميكرواوم = $\frac{١}{١٠٠٠\ ٠٠٠}$ أوم	$\mu\Omega$
	أوم	Ω
	كيلواوم = الأوم × ١٠٠٠	$K\Omega$
	ميغاأوم = الأوم × ١٠٠٠ ٠٠٠	$M\Omega$
المواسعة	بيكوفاراد = $\frac{\text{ميكروفاراد}}{١٠٠٠\ ٠٠٠}$	PF (في بعض الأحيان يرمز لها بـ $\mu\mu F$)
	نانوفاراد = $\frac{\text{ميكروفاراد}}{١٠٠٠}$	nF
	ميكروفاراد = $\frac{\text{فاراد}}{١٠٠٠\ ٠٠٠}$	μF (في بعض الأحيان يرمز لها بـ mfd)
	فاراد	F
التردد	هرتز	Hz
	كيلوهرتز = هرتز × ١٠٠٠	KHz
	ميغاهرتز = هرتز × ١٠٠٠ ٠٠٠	MHz
	ميغاهرتز = كيلوهرتز × ١٠٠٠	MHz
	جيكاهرتز = ميغاهرتز × ١٠٠٠	GHz

ما هو قانون أوم ؟

نستطيع أن نوضح ذلك بشكل مختصر على النحو التالي : إذا طبقنا جهد قيمته ١ فولط على دارة مقاومتها ١ أوم فإنه سوف يسري تيار بقوة ١ أمبير . إن قطعة المقاومة المصنوعة من المعدن أو من الكربون ستكون لها قيمة مقاومة تتعلق فقط بأبعادها وبدرجة حرارتها . وتحسب قيمة المقاومة المقدرة بالأوم بالعلاقة V/I ويمكن أن تكتب العلاقة أيضاً على النحو التالي : $I = V/R$ أو $V = RI$.

ما هي القدرة الكهربائية ؟

القدرة (الاستطاعة) هي المعدل الذي يتم به تنفيذ العمل ، ويتم قياسها بالواط وتعتمد على الجهد (التوتر) عبر الجزء المقاس من الدارة وعلى التيار المار من خلالها . القدرة (المقدرة بالواط) = الجهد × التيار (قيم الفولط × قيم الأمبير) . فإذا جمعنا بين هذه وبين صيغة قانون أوم فإننا نحصل على :

$$W = I^2R \quad \text{أو} \quad W = \frac{V^2}{R}$$

ما هو اتجاه جريان الالكترونات في الدارة ؟

تتحرك الالكترونات من القطب السالب لمنبع الإمداد بالقدرة فتمر عبر الدارة نحو القطب الموجب . (وهذا يكون في الاتجاه المعاكس لإشارة جريان التيار التقليدية والتي تحدث قبل أن يتم فهم فعل الالكترونات بشكل تام) . في الدارة المبينة في الشكل ١ (أ) والمكونة من منبع توتر أو فلطية (بطارية) ومن الحمل R_1 الذي يستهلك التيار وبذلك يعطي القدرة ، ونجد إتجاه جريان التيار كما هو محدد بالأسهم .

ما هو مقدار التيار الساري وما هو تأثير إضافة المقاومة على الدارة المبينة في الشكل ١ (أ) ؟

إذا كان مصدر المنبع يساوي ٦ فولط (الجهد الأسمي لبطارية ثانوية ثلاثية الخلايا) وكانت مقاومة الحمل R_1 تساوي ١٢ أوم فإننا نقوم بعملية الحساب استناداً إلى قانون أوم الذي يقول بأن التيار في الدارة يساوي $\frac{٦}{١٢}$ أو ٠,٥ أمبير .

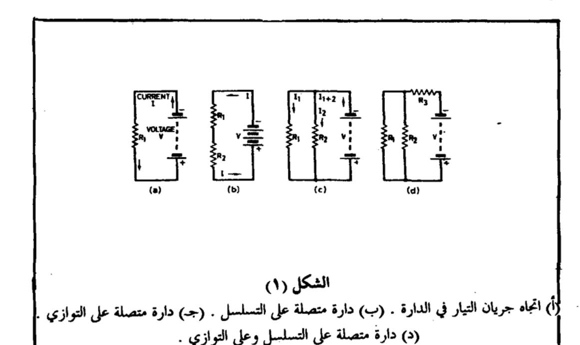
وبإضافة مقاومة مماثلة (R_2) على التسلسل كما في الشكل ١ (ب) نجد أن ذلك يؤدي

إلى إنقاص التيار إلى ٠,٢٥ أمبير أي :

$$I = V/(R_1 + R_2) = 6/(12 + 12) = 1/4$$

كيف تؤثر أنواع توصيلات الدارة الأخرى على سريان التيار ؟

تعتبر الدارة المبينة في الشكل ١ (ب) من الدارات المتصلة على التوالي (أي أن كافة العناصر الموجودة فيها متصلة مع بعضها على التسلسل) . فإذا قمنا بدلاً من ذلك بوصل المقاومة R_2 عبر المقاومة R_1 كما في الشكل ١ (جـ) . فإننا نكون بذلك قد شكلنا دارة متصلة على التوازي أو دارة متفرعة . وفي هذه الحالة ، إذا افترضنا بأن قطع المقاومات لها قيمة أومية واحدة فإن التيار ينقسم بالتساوي بين كل ذراع من أذرع الدارة . إن الجهد الموجود عبر كل قطعة مقاومة يعتبر نفس الجهد المطبق من قبل . وهكذا يكون التيار أيضاً المار من خلال كل قطعة مقاومة ، ولذلك فإنه يتكون لدينا ضعف التيار $(I_2 + I_1)$ الساري عبر الدارة الكلية . وبذلك فإن المقاومة الفعالة في الدارة تكون قد قسمت بالتساوي . بالنسبة لقطع المقاومة ذات القيمة المتباينة المتصلة على التوازي ، يتم حساب المقاومة الفعالة بجمع المتبادلات وبذلك :



الشكل (١)

(أ) اتجاه جريان التيار في الدارة . (ب) دارة متصلة على التسلسل . (جـ) دارة متصلة على التوازي . (د) دارة متصلة على التسلسل وعلى التوازي .

$$\frac{1}{R}_{\text{الكلية}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \ \dots \ \text{الخ}$$

توجد طريقة بسيطة لجمع قطعتي مقاومة متصلتين على التوازي وذلك بعملية الحساب التالية :

$$R_{\text{الكلية}} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

في الدارة التي تكون فيها التوصيلات على التوازي وعلى التسلسل كما في الشكل ١ (د) يتم تحديد التيارات الفردية بتطبيق قانون أوم والمقاومات الفعالة للمجموعات المتصلة على التوازي والمحسوبة قبل إضافة المقاومة الكلية المتصلة على التسلسل وحساب جريان التيار الكلي . ننصح بممارسة صنع دارات صغيرة من هذا النوع حيث أنها تستخدم عى نطاق واسع في الراديو والتلفزيون .

كيف يتم حساب التيارات وهبوطات الجهد في التفريعات المختلفة من الشكل ١ (د) بشكل عملي ؟

يتم أولاً حساب المقاومة المكافئة للشكبة المتوازية R_1 وR_2 ثم تضاف هذه إلى المقاومة R_3للحصول على المقاومة الكلية . ثم يتم تقسيم الناتج على فلطية المنبع للحصول على التيار الإجمالي .

إذا كانت فلطية المنبع V تساوي ٦ فولط والمقاومة R_1 تساوي ٢٠ أوم و R_2 تساوي ٥ أوم و R_3 تساوي ٨ أوم ، فإن المقاومة المكافئة لـ R_1 و R_2 ستكون $\frac{٢٠ \times ٥}{٢٠ + ٥}$ = ٤ أوم وهذه القيمة تضاف إلى قيمة المقاومة R_3 فتصبح ٤ + ٨ = ١٢ أوم . ونجد أن تيار الدارة يساوي $\frac{٦}{١٢}$ أو ٠,٥ أمبير . وعندما يجري هذا التيار عبر المقاومة R_3 فإن هبوط الجهد عبر قطعة المقاومة هذه يجب أن تساوي ٨ × ٠,٥ = ٤ فولط وبذلك يصبح هبوط الجهد عبر الذراع المتوازي ٦ ــ ٤ = ٢ فولط . وهكذا نجد أن التيار المار عبر المقاومة R_1 يساوي

$\frac{٢}{٢٠}$ = ٠,١ أمبير والتيار المار عبر المقاومة R_2 يساوي $\frac{٢}{٥}$ = ٠,٤ أمبير . ويجب أن نلاحظ بأن هذين التيارين يساويان جريان التيار الكلي .

ما هي القدرة المتطورة ؟

إن القدرة الناشئة في المقاومة R_3 هي I^2R_3 أو ٠,٥^٢ × ٨ = ٢ واط . وأما القدرة في المقاومة R_1 فهي $I_1^2R_1$ = ٠,٠١ × ٢٠ = ٠,٢ واط . في المقاومة R_2 القـدرة تساوي $I_2^2R_2$ = ٠,١٦ × ٥ = ٠,٨ واط . وكعمليـة تدقيـق لهذه الحسابات ، يمكن تقدير القدرة في الدارة بحاصل الجهد والتيار = ٦ × ٠,٥ = ٣ واط. وهذه هي مجموع القوى الفردية الثلاث الآنفة . إن تقدير معدل القدرة في المقاومات الموجودة في دارات الراديو والتلفزيون يعتبر هاماً للغاية .

هل جميع المواد المقاومة تتبع قانون أوم ؟

كلا . إن مقاومة بعض المواد تقل عند زيادة درجة الحرارة ، وبالنسبة لمواد أخرى نجد أن قيمة المقاومة تتعلق بالجهد المطبق . إن قطع المقاومة الحساسة لدرجة الحرارة يطلق عليها اسم الثرمستورات وهي تستخدم في موازنة منابع الجهد ضد الزيادات الحاصلة في درجة الحرارة ، وهذه الثرمستورات تستخدم عادة في خطوط إمداد مسخنات الصمامات . إن المقاومات المعتمدة على الجهد تسمى في بعض الأحيان بالفارستورات (أي المقاومات المتغيرة) .

ما هي تأثيرات التيار الكهربائي ؟

توجد ثلاث تأثيرات : ١) التأثير الكيميائي ، (٢) والتـأثير الحراري ، (٣) والتأثير المغناطيسي .

كيف يتم استخدام التأثير الكيميائي ؟

يستخدم التأثير الكيميائي بتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بـ (أ) فعل الخلية الأولية و(ب) فعل الخلية الثانوية .

(أ) تحتوي الخلايا الأولية على صفائـح مـن معـادن مختلفـة في محلـول كهربـائي (الكترونيت) . تقوم بإحداث جريان تيار من خلال حمل خارجي عندما

يتم توصيله . ولا تتوفر سوى تيارات صغيرة كما أن الخلايا (أو البطاريات) لا يمكن شحنها مرة أخرى .

(ب) تحتوي الخلايا الثانوية على معادن مختلفة وعلى الكترووليت ويمكن إعادة تشكيل الصفائح بواسطة تيار شحن . ونظراً لقدرتها على إعطاء تيارات أكبر لفترات قصيرة فإنها تستخدم في بعض التطبيقات مثل تزويد العربات بالقدرة حيث يمكن تنظيم تيار شحن . يرمز للبطارية بخط طويل وقصير كما هو مبين في الشكل ١ . ويرمز للقطب الموجب بالخط الأطول .

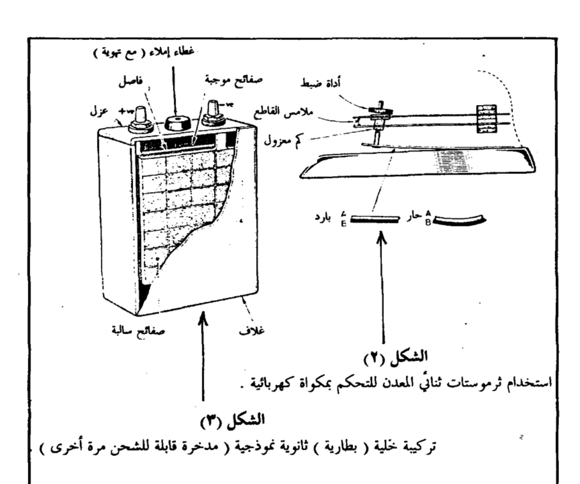
ما هو التأثير الحراري للتيار الكهربائي ؟

إن التيار الجاري عبر موصل (أو ناقل) يستخدم الطاقة . وهذه الطاقة تنتج الحرارة . وتتعلق كمية الحرارة الناتجة بالتيار الجاري وبمقاومة الناقل . وهذا مساو للقدرة المستهلكة ، التي رأيناها متمثلة في I^2R . إن الضياعات الحرارية التي تحدث في الأعمال المتعلقة بالراديو والتلفزيون يشار إليها غالباً على أنها ضياعات I^2R .

كيف يتم استخدام التأثير الحراري ؟

إن أوضح مثال على ذلك هو النار الكهربائية حيث نرى الناقل الذي يتميز بمقاومة عالية نسبياً يتوهج ويصبح أحمر اللون عندما يمر فيه تيار كهربائي . وهناك مثال آخر وهو المصباح المتوهج الذي يتوهج فيه السلك الدقيق بلون أبيض ساخن .

بالنسبة للعمل المتعلق بصناعة الراديو يتم بذل غاية خاصة للتغلب على مشكلة التأثيرات الحرارية غير المرغوب فيها إلا أنه تتم الاستفادة من هذا التأثير بعدة طرق . هناك جهاز يسمى بالمزدوجة الحرارية وهذه تستخدم كمفتاح منظم الحرارة ، أو كأساس يعتمد عليه في حركة مقياس حساس . إن التركيبة الأساسية لترموستات نموذجي مستخدم في مكواة كهربائية نجدها مبينة في الشكل ٢ . إن المعادن غير المتشابهة A وB الملحومة مع بعضها لتشكل قطعة طويلة ضيقة تنحني عندما تسخن وتفتح تماسات الترموستات . إن المقياس المزود بمزدوجة حرارية يستخدم الحرارة الناتجة بسبب جريان التيار لتحريك إبرة التأشير .

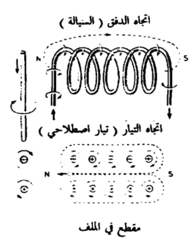


الشكل (٢)

استخدام ثرموستات ثنائي المعدن للتحكم بمكواة كهربائية .

الشكل (٣)

تركيبة خلية (بطارية) ثانوية نموذجية (مدخرة قابلة للشحن مرة أخرى) .



الشكل (٤)

التدفق المغناطيسي الحاصل حول ناقل حامل للتيار . يجب أن نلاحظ بأن جهة التيار المبينة تدل على اتجاه التيار التقليدي ويشير الاتجاه المعاكس إلى جريان الالكترونات الفعلي .

ما هو التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي ؟

إنَ الناقل (الموصل) الحامل للتيار يحتوي على مجال مغناطيسي حوله . إن التدفق (قوة) أو عدد الخطوط المغناطيسية يتعلق بحجم التيار ، وإن جهة التدفق ، أو القطبية المغناطيسية تتعلق باتجاه التيار .

إن الرموز الدالة على هذه التأثيرات نجدها مبينة في الشكل ٤ ، حيث يدل رمز الصليب مع أن التيار يجري من جهة المراقب وتشير النقاط إلى أن التيار يتجه في جريانه نحو المراقب .

هل ينطبق هذا على الملف (وشيعة) ؟

بالإشارة مرة أخرى إلى الشكل ٤ يمكن أن نلاحظ بأن اللفات في وشيعة سلكية تتضمن مجالات مغناطيسية حولها باتجاه مشترك بحيث يصبح التأثير الكلي عبارة عن مجال مغناطيسي يتركز تدفقه داخل الوشيعة وتتحدد قطبتيه كما هو مبين ، حيث نجد القطب الشمالي هو ذلك الطرف الذي تميل خطوط القوة المغناطيسية بالتوجه نحوه .

هل يمكننا أن نضبط تركيز التدفق المغناطيسي ؟

توجد ثلاث طرق لزيادة التدفق المغناطيسي : (١) بزيادة عدد اللفات في الوشيعة ، (٢) بزيادة التيار المار عبر الوشيعة ، (٣) بإدخال قلب حديدي مطاوع في الوشيعة .

إن هذا الأثر الأخير يحول الوشيعة أو الملف إلى مغناطيس كهربائي .

كيف يقوم القلب الحديدي المطاوع بتقوية المجال ؟

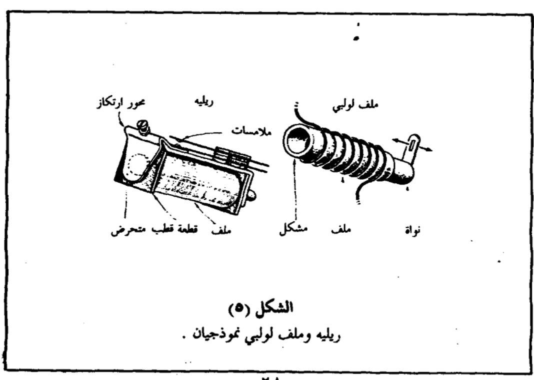
إن الحديد المطاوع يتميز بممانعة مغناطيسية أقل من الهواء (الممانعة المغناطيسية هي المعارضة لخطوط القوة المغناطيسية ، كما أن المقاومة هي المعارضة للتيار الكهربائي) . يقوم الحديد المطاوع بتركيز التدفق المغناطيسي في منطقة صغيرة ، مما يزيد من قوة المجال . وبإنقاص الفجوة الهوائية بين أقطاب المغناطيس الكهربائي ، يزداد التدفق المغناطيسي أكثر . توجد طريقة عملية تتجلى بتشكيل القلب على شكل U على شكل حافر حصان .

كيف يتم استخدام المغناطيس الكهربائي ؟

(١) لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية و(٢) لتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية . ومن الأمثلة العملية على تحويل الطاقة الكهربائية إلى ميكانيكية الريليهات والملفات اللولبية وحركات أجهزة القياس . تستخدم الريليهات والملفات اللولبية على نطاق واسع في آليات مسجلات الأشرطة ، لتأمين كل من الفعل الأوتوماتيكي ولتقديم التشغيل الميكانيكي بأقل حد من القوة اليدوية . يوضح الشكل ٥ التركيب الأساسي لكل من الريلية والملف اللولبي .

ففي الريليه يمر التيار عبر الملف فيغذي المغناطيس الكهربائي بالطاقة . ويتم جذب عضو التحريض (الأرماتور) الذي يتحرك لوصل تماسات المفتاح . يمكن استخدام طرق عديدة للتشغيل بهذا الشكل .

وفي الملف اللولبي يؤدي جريان التيار إلى جذب القلب الحديدي المطاوع في الملف . ويتصل بهذا القلب قضيب توصيل يقوم بشد مفتاح أو بعملية قدرة ذراعية ميكانيكية . وفي حال انعكاس التيار فإن ذلك يؤدي إحداث فعل دفعي . وهذه العملية تكون مدعمة بنابض في العادة .



الشكل (٥)

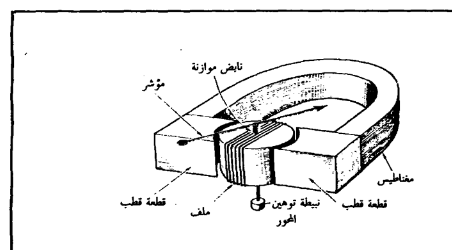
ريليه وملف لولبي نموذجيان .

كيف يعمل المقياس ؟

يوجد مغناطيس دائم مزود بقطع قطبية مشكلة (انظر الشكل ٦) يقوم بإنتاج تدفقاً قوياً عبر الفجوة . وضمن هذه الفجوة يوجد ملف معلق مركب على اسطوانة مرتكزة على محور ويتصل بها مؤشر . إن مرور التيار عبر الملف يجعل تدفق الملف يساعد أو يعارض تدفق المغناطيس الدائم . وهذا بدوره يجعل الاسطوانة تدور على محورها ويجعل المؤشر يتأرجح عبر مقياس . تستخدم عدة طرق لتخميد هذه الحركة .

كيف يتم استخدام هذا المبدأ ؟

إذا رجعنا إلى التركيب الأساسي لمولد كهربائي كما في الشكل ٧ ، فإننا نلاحظ بأنه من أجل الحصول على سرعة دوران منتظمة فإن عدد خطوط القوة الأعظمي يتم قطعه بمقطع الناقل A—B وكأنه يمر عبر القسم الأفقي لدورانه . يتم تشكيل الناقل على شكل حلقة وتتصل حلقات انزلاقية بالأطراف ، وتكون توصيلات الفحمة متلامسة مع الحلقات . عندما يكون الناقل قد مر من نقطته الدنيا ، أي في



الشكل (٦)

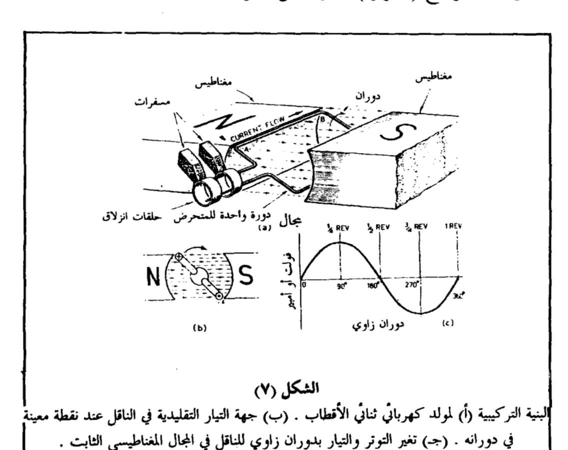
القطع الرئيسية المكونة لمقياس ذي ملف متحرك . وهذا المقياس ذو الملف المتحرك يوجد جهاز بديل آخر وهو المقياس ذو المغناطيس المتحرك حيث تصبح الطريقة معكوسة . المؤشر مراكب على قطعة من الحديد المطاوع مرتكزة على محور وتتحرك في مجال المغناطيس الكهربائي .

القسم السفلي من ترجحه فإن اتجاه التيار المستحدث يتغير . وهكذا نجد أنه عند توصيلات الفحمة يتم نزع تيار متغير في الكم والاتجاه إلى الحمل الخارجي .

يمكن أن نرى بأن هذا التيار المتناوب لمعدل دوران منتظم يتغير بشكل منتظم بدورة شائعة في أعمال صناعة الراديو والقطع الكهربائية وتعرف باسم الموجة الجيبية .

ماهو التردد ؟

لقد تبين معنا بأن دورة واحدة كاملة لدارة المولد الأساسية تنتج موجة جيبية واحدة . إن السرعة التي عندها تدور الدورة تحدد عدد هذه الموجات الجيبية الناتجة خلال وقت معين ، أو عدد الدورات في الثانية (هرتز) ، تعرف باسم تردد التيار المتناوب ، أو أن توصيلة تيار متناوب لمقياس فولط مع أطراف توصيل المولد سوف تظهر بأن الفولتاج (التوتر) يتغير بنفس الطريقة تماماً .



الشكل (٧)

البنية التركيبية (أ) لمولد كهربائي ثنائي الأقطاب . (ب) جهة التيار التقليدية في الناقل عند نقطة معينة في دورانه . (جـ) تغير التوتر والتيار بدوران زاوي للناقل في المجال المغناطيسي الثابت .

في الممارسة العملية يتم لف عدد كبير من الحلقات على عضو الإنتاج الكهربائي (الأرماتور) . وبدلاً من المغناطيس الدائم ، تشكل لفائف المجال المغناطيسي الحقل المغناطيسي الأساسي الذي فيه يدور عضو الإنتاج الكهربائي .

ماهو التردد القياسي ؟

في صناعة الراديو والتلفزيون ما يهمنا بشكل رئيسي هو تردد إرسالات البث التي يتم إنتاجها بشكل مختلف والتي تغطي مجالاً يتراوح من بضعة هرتزات قليلة إلى عدة ملايين من الهرتزات . ولكن القوة المستخدمة لتشغيل عدد كبير من الأجهزة يتم الحصول عليها من منبع التغذية الرئيسية بالكهرباء والذي يكون تردده قياسياً بمعدل ٥٠ هرتزاً في المملكة المتحدة .

ما هي قيمة متوسط الجذر التربيعي ؟

كما أوضحنا سابقاً ، فإن الموجة الحبيبية تتراوح من الحد الأدنى إلى الحد الأعظمي ثم تعود إلى الحد الأدنى ، فتعكس القطبية وتتغير مرة أخرى بنفس الطريقة لكل دورة . وبذلك يصل التوتر المتناوب إلى الذروة مرتين في كل دورة ، مرة موجباً ومرة سالباً .

إذا أخذنا موجة حبيبية وقمنا بقياس تأثيرها الحراري فإننا نجد أن هذا يساوي ٠,٧٠٧ من التأثير الحراري الناتج بتيار مستمر (d.c) مساو للقيمة الذروية ا لتيار الموجه الحبيبية المتناوب . وهذا يعتبر رقماً متوسطاً عملياً مستخدماً على نطاق واسع . إن هذه القيمة الفعالة لتيار متناوب هي متوسط الجذر التربيعي أو الجذر التربيعي المتوسط قيمة مربع التيار . إن القيمة الذروية تساوي ١,٤١٤ مضروبة بمتوسط الجذر التربيعي . وحيث أن ١,٤١٤ هي جذر $\sqrt{2}$ فإننا يمكننا أن نقول بأن :

$$Ir.m.s = I\ peaK/\sqrt{2}$$

في صناعة الراديو والتلفزيون تعطى قيم متوسط الجذر التربيعي ما لم يتم ذكر غيرها . وكمثال على ذلك لدينا التوتر التشغيلي لقطعة مكونة ، والذي قد يساوي ٢٥٠ فولط تيار مستمر ، ولكن يكون منها فقط ١٧٥ فولط تيار متناوب وذلك

للسماح بالتأثير التحليلي عند التوترات الذروية تيار متناوب .

يتم ذكر قيم القدرة الذروية حين اللزوم .

ما هي التأثيرية (التحريضية) ؟

إن حدوث تغير في جريان التيار في ملف يؤدي إلى تحريض قوة دافعة كهربائية ، وقوة دافعة كهربائية عكسية ، تعارض التغير الحاصل في التيار . إن حجم القوة الدافعة الكهربائية يتعلق بمعدل التغير في التيار وبتحريضيه الملف . تتعلق تحريضية ملف ما بعدد اللفات السلكية . وبشكل وحجم الملف وبوجود أو عدم وجود المادة المغناطيسية في القلب .

يرمز للتحريضية بالحرف L وتسمى الوحدة الأساسية لها « هنري » . وهذه هي التحريضية التي تحدث قوة دافعة كهربائية عكسية مقدارها ١ فولط مع تغير في التيار بمعدل ١ أمبير في الثانية . يتم جمع التحريضيات على التسلسل ، كما في حالة المقاومات ، وعلى التوازي يتم جمع مبادلاتها أيضاً .

ما هو التأثير الذي يتميز به القلب ؟

يتجه القلب الحديدي أو قلب غبار الحديد إلى تقوية المجال المغناطيسي وبذلك تزداد التحريضية عندما يتم إدخال القلب . وأما قلب النحاس الأحمر أو الأصفر فله تأثير معاكس . إن قلوب غبار الحديد المعروفة بالقلوب المعدنية النقالة يتم استخدامها على نطاق واسع في الراديو والتلفزيون من أجل أغراض التوليف .

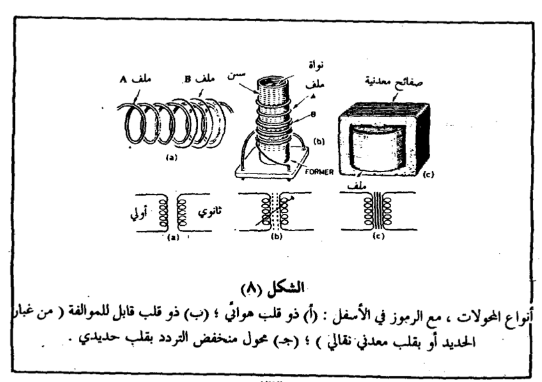
ما هو المحول ؟

إذا تم تقريب ملف يحمل تيار متناوب من ملف آخر ، فإن المجال المغناطيسي من الملف الأول يحرض مجالاً مغناطيسياً ، مما يؤدي إلى جريان تيار في لفائف الملف الثاني . ويقال عن الملفين بأنهما مقترنان حثياً . إن وجود لفيفتين أو أكثر مقترنتين بهذا الشكل تكونان المحول . إن اللفيفة التي تتم تغذيتها بالتيار تسمى بلفيفة المحول الأولية ، واللفيفة التي يتم بها تحريض التيار تسمى باللفيفة الثانوية .

توجد أنواع كثيرة للمحول . ويوضح الشكل ٨ عدة محولات نموذجية مستخدمة في أجهزة الراديو . وهذه قد تكون (أ) ذات قلب هوائي أو (ب) ذات قلب موالف من غبار الحديد أو (جـ) ملفوف على قلب من صفائح رقيقة من الحديد اللين . إن المحولات من النوع (أ) و(ب) هي معظمها من الأنواع ذات التردد العالي . بينما تستخدم النوعية (جـ) في الترددات المنخفضة . يوجد نوع آخر خاص وهو ذلك المستخدم في الدارات العالية التوتر لمراحل خرج خط التلفزيون ، الملفوف على قلب من الفريت (خام حديدي) . في حالة المحولات المستخدمة للدارات الموالفة (التي ستأتي معنا فيما بعد) نجد أن مقدار الاقتران بين اللفائف يتم تحديده بتقارب اللفائف ليتم التحكم بعرض النطاق الترددي الذي عليه يكون المحول فعالاً .

ما هي العلاقة بين اللفائف ؟

إن نسبة عدد اللفات في اللفيفة الأولية والثانوية لها علاقة مباشرة بانتقال الفلطية . وهكذا في حال وجود ضعف اللفات في اللفائف الثانوية كما في اللفيفة الابتدائية فإنه سيتم الحصول على نسبة ٢ : ١ من رفع الفلطية الابتدائية في المحول التام . وبالعكس فإن نصف اللفات في الملف الثانوي سوف يعطي نفس المعدل من خفض الفلطية .



الشكل (٨)

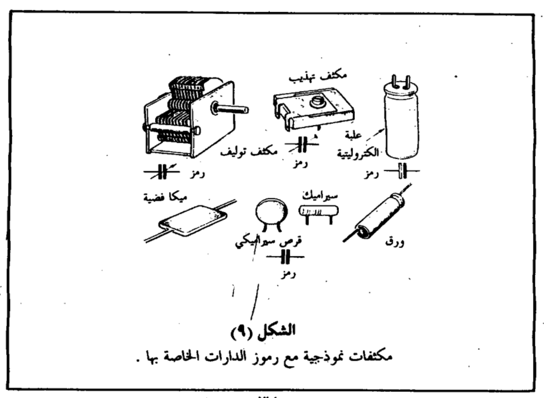
أنواع المحولات ، مع الرموز في الأسفل : (أ) ذو قلب هوائي ؛ (ب) ذو قلب قابل للموالفة (من غبار الحديد أو بقلب معدني نقالي) ؛ (جـ) محول منخفض التردد بقلب حديدي .

كيف يتم تحويل القدرة ؟

إن القدرة في لفيفة المحول الأولية تساوي الفلطية × التيار . إن المحول الفعال بمعدل مائة بالمائة تكون القدرة في ملفه الثانوي مساوية للقدرة في الملف الأولي وهكذا نجد بأن نسبة ٢ : ١ من رفع الفلطية ستحدث إنخفاضاً مماثلاً في التيار . إن مضاعفة الفلطية تخفض التيار إلى النصف . لا يتوقع في الممارسة العملية أن تكون المحولات فعالة بهذا الشكل ولا يعتبر إنتقال القدرة بنفس الأهمية التي تتميز بها العوامل الأخرى .

ما هي السعة ؟

السعة تطلق على خاصية تخزين شحنة كهربائية . إن المكثف هو في الأساس عبارة عن زوج الصفائح يفصل بينهما عازل كهربائي . وقد تكون هذه الصفائح مصنوعة من معدن صلب أو من رقيقة معينة ، وأما العازل فقد يكون الهواء أو مادة عازلة أخرى مثل الميكا أو ورق مشمع أو السيراميك . في المكثف الالكتروليتي يحتوي العازل أيضاً على مركب كيميائي .



الشكل (٩)

مكثفات نموذجية مع رموز الدارات الخاصة بها .

كيف يتم قياس السعة ؟

تقاس السعة بوحدة تسمى الفاراد . ولكن بما أن هذه الوحدة تعتبر كبيرة جداً بالنسبة للاستعمال العادي فقد تم استخدام قيم الميكروفاراد(μF) وتساوي واحد من المليون من الفاراد ، والبيكوفاراد (PF) وتساوي جزء من مليون مليون من الفاراد .

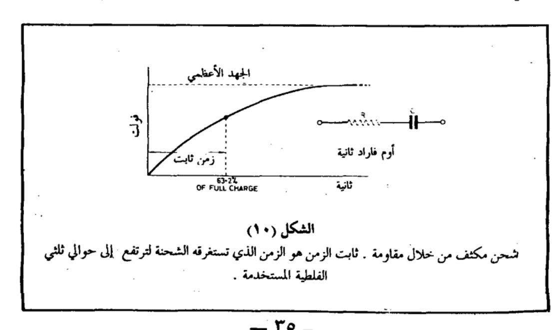
كيف يتم حساب ثابت الزمن ؟

إن ثابت الزمن أو علاقة RC تعتبر ذات أهمية في العديد من الاستخدامات المتعلقة بالراديو . إذا قمنا برسم خط بياني عن معدل الشحن في مكثف بفلطية ثابتة ، وتم الرسم باعتبار الزمن مقدراً بالثانية كما في الشكل ١٠ ، فإننا نلاحظ بأن ميل الخط البياني يعتبر دلالة على ثابت الزمن . إن النقطة .·.— ٦٣,٢٪ تعطينا جزءاً مستقيماً نوعاً ما في المنحنى الذي سنعمل عليه .

$T = RC$ حيث R تقدر بالأوم وC بالفاراد . و T بالثانية

ما هي المفاعلة السعوية ؟

يتم تقديم الممانعة لجريان التيار بواسطة السعة ، كما بالحاثة أو التحريضية . بالنسبة لتيار مستمر يبدو المكثف وكأنه دارة مفتوحة . وأما بالنسبة لتيار متناوب فإن المكثف يعطي مفاعلة تتعلق بقيمة المكثف وبتردد التيار المتناوب المطبق . تقدر المفاعلة بالأوم



الشكل (١٠)

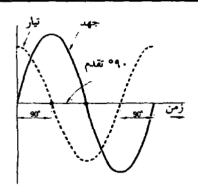
شحن مكثف من خلال مقاومة . ثابت الزمن هو الزمن الذي تستغرقه الشحنة لترتفع إلى حوالي ثلثي الفلطية المستخدمة .

$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$ حيث تكون f مقدرة بالهرتز وC بالفاراد . أما القيمة الثانية 2π أو ٦,٢٨ فإنها تستخرج من الدورة المتناوبة للموجة الجيبية . (إن مفاعلة محاثة أو تحريضية هي $X_L = 2\pi fL$ حيث X_L تقدر بالأوم و f بالهرتز وL بالهنري .

ما هي العلاقة الطورية ؟

في دارة ذات سعة محضة ، تكون الفلطية صفراً عندما يكون التيار بقيمته الأعظمية ، فيتم شحن الصفائح وعندما ينخفض التيار فإن الفلطية ترتفع إلى قيمة الشحن . وبرسم بياني للفلطية والتيار مقابل الزمن كما في الشكل ١١ نجد بأن التيار يقود الفلطية بـ ٩٠ درجة ، وتتقاطع موجة التيار مع محور الصفر بزاوية ٩٠ درجة قبل موجة الفلطية .

في دارة محاثة يحدث العكس . وتتقدم الفلطية بمقدار ٩٠ درجة ، بالنسبة لمحاثة محضة ، وبمقدار ٤٥ درجة عندما تكون المقاومة في الدارة مساوية لمفاعلة المحاثة . وفي الواقع لاتوجد قطعة مكونة تامة ، يحتوي ملف المحاثة على كل من المقاومة والسعة الذاتية .



الشكل (١١)

العلاقة الطورية بين التيار والفلطية في دارة مفاعلة . بوجود سعة محضة يتقدم التيار الفلطية بمقدار ٩٠ درجة ؛ وبوجود محاثة أو تحريضية محضة تتقدم الفلطية على التيار بمقدار ٩٠ درجة . في حال إضافة مقاومة إلى الدارة فإن السلك الموصل للتيار (أو تخلف الفلطية) يصبح أقل إذا كانت المقاومة مساوية تماماً لمفاعلة المكثف . فإن التقدم سيصبح ٤٥ درجة . وبوجود دارة مقاومة محضة فإن الأشكال الموجبة للتيار والفلطية تصبح متفقة الطور .

ما هو تأثير الجمع بين السعة والمحاثة والمقاومة في دارة واحدة ؟

نظراً لوجود الفرق في زوايا الطور الملاحظة أعلاه فإنه يجب اعتبار التسامح عند حساب المقاومة المختلطة (التي هي المقاومة للتيار المتناوب) لعناصر الدارة . إن مجموع مفاعلة الملف والمقاومة يساوي جذر مجموع مربعاتهما أو $Z = \sqrt{xL^2 + R^2}$ بينما يكون مجموع مفاعله مقاومة ومكثف بنفس الطريقة $\sqrt{xC^2 + R^2}$.

ما هو الرنين (الطنين) ؟

إن جمع C مع L لصنع دارة موالفة يجعل تلك الدارة حساسة لبعض الترددات المعينة عند التردد الرنان لدارة موالفة ، تكون مفاعلة المكثف مساوية لمفاعله ملف المحاثة . ولإيجاد التردد لأي دارة معينة ، مع معرفة قيم المكثف والمحاثة ، فإننا نجمع صيغتي المفاعلة ونقول بأن :

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC} \text{ أو } xL = x_C$$

وبقلب الصيغة نجد أن f هي $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

ماذا نعني بعامل Q في ملف ما ؟

إن Q تمثل نسبة مفاعله ملف دارة موالفة إلى مقاومتها . إن الملف التام لن يحتوي على مقاومة ، مما يحدث ضياعات في الطاقة . ومنه فإن Q تعتبر مقياساً لفعالية أو لجودة الملف . وهي أيضاً تعتبر مقياساً للانتقائية (الاستجابة لذبذبة معينة دون غيرها) والكسب في دارة موالفة .

ماذا نعني بعبارة تخميد دارة موالفة ؟

تعني هذه الكلمة تخفيض مقاومتها (أو ممانعتها) بوصل مسار مقاومة منخفضة متناوبة على التوازي معها . إن التخميد يقلل مقاومة الملف وبذلك يتحسن عرض النطاق الترددي في دارة الموالفة (انظر الشكل ٤٥ فيما بعد) .

ما هي رموز الألوان المصطلحة للمقاومات ؟

تتم الاشارة إلى الخصائص إما بحلقات ملونة ، تتم قراءتها من نهاية القطعة المكونة باتجاه المركز أو بإتباع التسلسل التالي . جسم ملون ، رأس ملون ، نقطة ملونة أو أو خط ملون . ويكون الرأسي الآخر ملوناً ، وهذا يدل على التسامح .

يدل اللون الأول على الرقم الأول لقيمة القطعة المكونة . ويدل اللون الثاني على الرقم الثاني ، والرقم الثالث يدل على العدد الذي تم به ضرب الرقمين الأوليين ؛ ويدل الرابع على التسامح . وعند عدم الإشارة إلى أي قيمة تسامح فإنه يتم اعتبار الرقم ± ٢٠٪ .

لنأخذ أمثلة على ذلك : إن المقاومة التي يكون جسمها بلون بني ورأسها بلون أحمر مع نقطة صفراء ستكون مقدرة بقيمة ١٢٠ ٠٠٠ أوم . وأما المقاومة ذات الأربع خطوط من اليسار إلى اليمين بالألوان التالية : الأخضر والأزرق والأسود والذهبي فإنها تدل على مقاومة قيمتها ٥٦ أوم بتسامح ± ٥٪ .

الجدول ٢ رموز الألوان الاصطلاحية للمقاومات

اللون	الرقم الأول	الرقم الثاني	المضروب فيه	
أسود	–	٠	١	–
بني	١	١	١٠	± ١٪
أحمر	٢	٢	١٠٠	± ٢٪
برتقالي	٣	٣	١٠٠٠	–
أصفر	٤	٤	١٠٠٠٠	–
أخضر	٥	٥	١٠٠ ٠٠٠	–
أزرق	٦	٦	١٠٠٠ ٠٠٠	–
بنفسجي	٧	٧	١٠٠٠٠ ٠٠٠	–
رمادي	٨	٨	١٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠	–
أبيض	٩	٩	١٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠	–
ذهبي	–	–	٠,١	± ٥٪
فضي	–	–	٠,٠١	± ١٠٪
بلا لون	–	–	–	± ٢٠٪

هل يطبق نفس النظام على المكثفات ؟

يوجد عدد من الرموز المختلفة تستخدم للدلالة على التسامحات وعلى قيم الفلطيات . وفي معظم الحالات تطبق أيضاً رموز الألوان الرقمية للمقاومات . ويعبر عن الوحدة بالبيكوفاراد ويساوي واحد من مليون من الميكروفاراد) .

يستخدم أيضاً رمز اللون بشكل رقمي للدلالة على التسامح أي بني ١٪ ، برتقالي ٣٪ ، إلخ ، وقيمة الفلطية X ١٠٠ أي أحمر ، ٢٠٠ فولط . يختلف موضع النقاط أو الخطوط الملونة باختلاف النوع . فمثلاً المكثفات السيراميكية تستخدم نقطة ملونة طرفية لمعامل درجة الحرارة ، والثلاثة التي تليها في الترتيب للدلالة على أرقام هامة .



الفصل الثاني

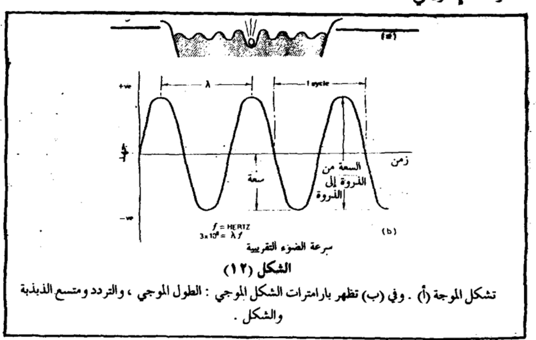
الأمواج الصوتية واللاسلكية

ما هي الموجة اللاسلكية ؟

الموجة اللاسلكية عبارة عن موجة كهرمغناطيسية : فهي تتكون من الطاقة الممنوحة لمجالات كهرمغناطيسية عندما تكون متغيرة في الشدة ولا تحتاج إلى وسط مادي لانتشارها .

ما هو الطول الموجي ؟

الطول الموجي هو المسافة الكائنة بين كل ذروة متعاقبة أو قرار موجه ، كما هو مبين في الشكل ١٢ (ب) . إن التحول من كل ذروة إلى الذروة الأخرى يسمى بدورة واحدة . تقاس الأطوال الموجية اللاسلكية بالأمتار ويرمز للأطوال الموجية بالحرف الإغريقي λ .



الشكل (١٢)

تشكل الموجة (أ) . وفي (ب) تظهر بارامترات الشكل الموجي : الطول الموجي ، والتردد ومتسع الذبذبة والشكل .

ما هو التردد ؟

كما رأينا في الفصل الأول . إن تردد الشكل الموجي هو معدل التكرار أو عدد الدورات في وقت معين . يتم قياس التردد بالهرتز حيث أن (١ هرتز = دورة واحدة في الثانية) . إن متسع الذبذبة في الطول الموجي هو المسافة بين متوسط المستوى والذروة . يتم تصنيف الأمواج اللاسلكية طبقاً لترددها وطولها الموجي . ونجد التصنيفات القياسية مدرجة في الجدول ٣ .

الجدول ٣ — الطول الموجي والتردد

الاختصار	التردد	الطول الموجي	التسمية
V.L.F تردد منخفض جداً	أقل من ٣٠ كيلوهرتز	فوق ١٠٠٠٠ متر	ميريامتري
L.F (تردد منخفض)	٣٠ — ٣٠٠ كيلوهرتز	١٠٠٠٠ - ١٠٠٠ متر	كيلومتري
M.F (تردد متوسط)	٣٠٠ - ٣٠٠٠ كيلوهرتز	١٠٠٠ - ١٠٠ متر	هكتومتري
H.F (تردد عال)	٣٠٠٠ - ٣٠٠٠٠ كيلوهرتز	١٠٠ — ١٠ متر	ديكامتري
V.H.F تردد عال جداً	٣٠ - ٣٠٠ ميغاهرتز	١٠ - ١ متر	متري
U.H.F تردد فوق عالي	٣٠٠ - ٣٠٠٠ ميغاهرتز	١٠٠ - ١٠ سم	ديسمتري
S.H.F تردد فوق العالي	٣٠٠٠ - ٣٠٠٠٠ ميغاهرتز	١٠ - ١ سم	سنتمتري
E.H.F تردد بالغ العلو	٣٠٠٠٠ - ٣٠٠٠٠٠٠ ميغاهرتز	١٠ - ١ مم	مليمتري

هل توجد علاقة بين الطول الموجي وبين التردد ؟

إن السرعة التي عندها يتم إنتقال طاقة الموجة تتحدد بالوسط . فبالنسبة للموجات اللاسلكية تكون السرعة مثل سرعة الضوء ، والتي تساوي تقريباً ٣ × ١٠^٨ متر

في الثانية . فإذا قسمنا هذا الثابت على الطول الموجي بالأمتار فإننا نحصل على التردد بالهرتز . وبالتعاقب $\frac{٣ \times ١٠^٨}{F\lambda} = ١$

هل تكون موجات الصوت مماثلة ؟

يمكن إعتبار موجة الصوت كجبهة متنقلة ذات سرعة وشدة متغيرتين عبر الهواء . وهي تكون طولانية بمقارنتها مع الموجة الكهرمغناطيسية أو الموجة اللاسلكية اللتين تكونان مستعرضتين . تقدر سرعة الصوت في الهواء بحوالي ٣٣١ . متراً في الثانية أو ١٠٨٨ قدماً في الثانية . إن سرعة موجة الصوت هي حاصل ترددها وطولها الموجي .

ما هي أنواع شكل الموجة التي يمكن أن نواجهها أثناء العمل بصناعة الراديو ؟

توجد ثلاثة أشكال رئيسية للموجة يمكن أخذها بعين الإعتبار . وهي (١) الموجة الجيبية الثابتة قيمة الذروة أو الموجة الحاملة . (٢) والموجة المخمدة التي تبدأ بطاقة قصوى ثم تتضاءل تدريجياً حيث يعرف معدل هذا التضاؤل بالتناقص . و(٣) الموجة الحاملة المضمنة .

ما هو تضمين السعة (أو تعديل سعة الموجة) ؟

في حال امتزاج تردد تضمين منخفض مع موجة حاملة عالية التردد فإن الناتج المركب يكون عبارة عن شكل موجي تتغير سعته باختلاف تردد التضمين . وكما هو مبين في الشكل ١٣ (أ) فإن منحني التغير في شكل الموجة يتغير بينما يبقى التردد الأساسي ثابتاً . وهذا هو المنحني المميز لتضمين السعة (a.m) .

ما هو تضمين التردد ؟

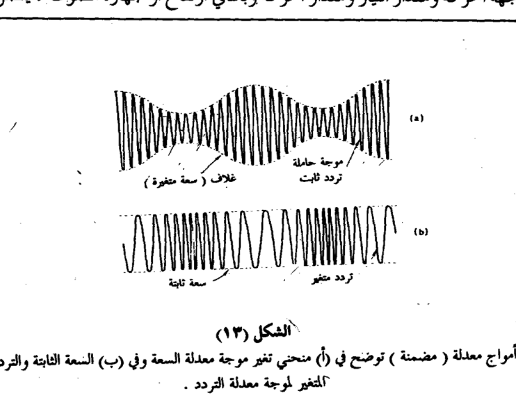
في حال استخدام تردد تضمين منخفض لتغيير تردد الموجة الحاملة . مع بقاء السعة ثابتة ، فإنه ينتج لدينا منحني تغير كالمبين في الشكل ١٣ (ب) . إن هذا الشكل من الإرسال له مزايا معينة ، من أهمها تقلل التداخل الدفعي .

كيف يتم تحويل الموجة اللاسلكية المضمنة أو المعدلة إلى صوت في جهاز إستقبال ؟

إن إشارة التردد اللاسلكية الواردة ، مع تضمينها ، يتم التقاطها بواسطة هوائي ، ويتم تضخيمها بواسطة دارات متنوعة سوف تتم مناقشتها فيما بعد . وبعد ذلك يتم تطبيق هذه الإشارة على الكاشف أو مستخلص الذبذبة المضمنة ، حيث يتم فصل مكون التردد اللاسلكي للإشارة ثم يرشح ، وتترك الترددات السمعية التي بعد عملية تضخيم أخرى يتم تطبيقها على محول طاقة ، الذي يكون إما مكبر صوت أو سماعات رأس ، ثم تحول إلى موجات صوتية .

كيف يعمل مكبر الصوت ؟

يستخدم مكبر الصوت تياراً كهربائياً لإنتاج حركة ميكانيكية باستخدام التفاعل المتبادل بين المجالات المغناطيسية ، كما تبين معنا في الفصل الأول . يتم تطبيق التيارات السمعية على الملف الكلامي (انظر الشكل ١٤) ، المركب في مجال مغناطيسي دائم . إن الملف الكلامي في مكبر صوت نموذجي يكون ملفوفاً على إطار تشكيل ينزلق ذهاباً وإياباً في فجوة مغناطيس قوي . إن جهة التيار السمعي المتغير تحدد جهة الحركة ومقدار التيار ومقدار الحركة وبالتالي ارتفاع أو جهارة الصوت . يتصل



الشكل (١٣)

أمواج معدلة (مضمنة) توضح في (أ) منحني تغير موجة معدلة السعة وفي (ب) السعة الثابتة والتردد المتغير لموجة معدلة التردد .

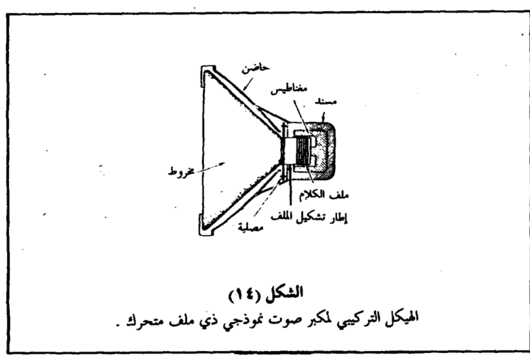
مخروط بإطار تشكيل الملف ويكون مثبتاً على إطار ثابت عند حافته الخارجية . إن حركة المخروط تدفع الهواء وتحدث موجات صوتية .

هل تكون سماعة الرأس مشابهة ؟

في حين أن مكبر الصوت يعتبر شكلاً لجهاز ذي ملف متحرك فإننا نجد أن العديد من أنواع سماعات الرأس تستخدم مبدأ المغناطيس المتحرك وهو عبارة عن غشاء رقيق ينجذب ويندفع بتأثير المجال المغناطيسي الناتج عن التيارات السمعية في الملف . إن السماعات الحديثة المستخدمة في الأجهزة الشخصية قد تم انقاص حجمها إلى حد كبير نتيجة لتطور المواد المغناطيسية الحديثة . إن السماعات الرأسية المنخفضة الممانعة ذات الملف المتحرك ما تزال تستخدم على نطاق واسع في التصنت الجيد .

هل توجد أنواع مختلفة من مكبرات الصوت ؟

إن معظم مكبرات الصوت تستخدم المبدأ المبين في الشكل ١٤ ، مع فروق في التصميم لتحسين الفعالية واستجابة الترددات . لقد كان حجم العمل المنفذ لتصميم مكبر الصوت والنطاقات التي تحيط به للحصول على مردود عالي الجودة كبيراً . من الأشكال البديلة لمكبر الصوت ذي الملف المتحرك مكبر الصوت الالكتروستاتي .



الشكل (١٤)

الهيكل التركيبي لمكبر صوت نموذجي ذي ملف متحرك .

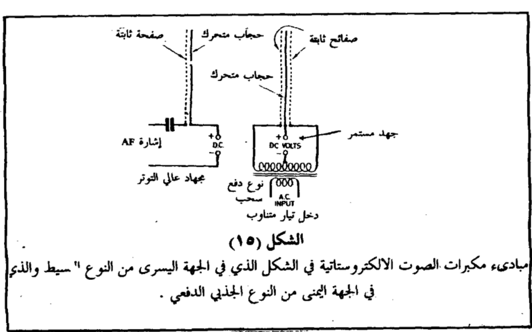
ما هو مبدأ مكبر الصوت الالكتروستاتي ؟

تستخدم صفيحتان في مكثف . إحداهما ثابتة وتكون مثقبة في العادة . وأما الأخرى فإنها تهتز بالقرب من الصفيحة الثابتة ولكن بدون أن تلامسها لإحداث موجات الصوت . تطبق فلطية استقطاب أعلى من الفلطية السمعية القصوى على الصفائح عن طريق مقاومة حدية ، التي تنحصر مهمتها في منع المنبع المنخفض الممانعة من تفريغ أو تحويل الإشارة .

لماذا تعتبر فلطية الاستقطاب ضرورية ؟

عندما يتم تطبيق الإشارة السمعية ، وهذا يتم في العادة عن طريق مكثف كبير ، كما في الشكل ١٥ ، فإن الشحنة بين الصفائح تتغير بتغير إشارة الصوت . وبدون فلطية الاستقطاب فإن الصفيحة المتحركة ستنجذب نحو الصفيحة الثابتة مرتين في كل دورة .

بوجود فلطية الاستقطاب تختلف الصفيحة المتحركة من حيث مقدار الإنجذاب نحو الصفيحة الثابتة . يستخدم المكبر الالكتروستاتي في الغالب باعتباره كمجهار عالي التردد ، مع الجهاز التقليدي ذي الملف المتحرك باعتباره كمجهار للنغمات المنخفضة التردد .



الشكل (١٥)

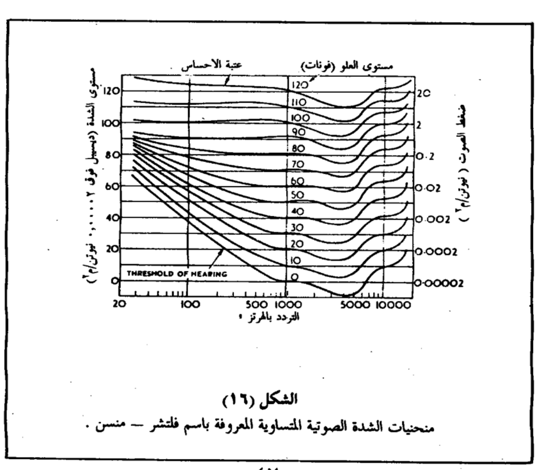
مبادىء مكبرات الصوت الالكتروستاتية في الشكل الذي في الجهة اليسرى من النوع " سيط والذي في الجهة اليمنى من النوع الجذبي الدفعي .

ما هو مجال الصوت ؟

إن التردد الذي يمكن سماعه يتعلق بجهارة الصوت وحاسة السمع لدى الشخص الذي يصغي . فالشخص الشاب الذي يتمتع بصحة جيدة قد يسمع أصواتاً يصل ترددها إلى ٢٠٠٠٠ هرتز . أما التردد الذي هو أقل من ٢٠ هرتز فإنه يعتبر مسألة إحساس وشعور أكثر من كونه مسألة تتعلق بحاسة السمع .

ما هو تأثير جهارة أو حجم الصوت ؟

إن الأذن البشرية ليست دائماً حساسة للزيادات التي تحدث في سعة الذبذبة . إن الأصوات ذات الطبقات المختلفة تعطي إنطباعاً بتباين جهارات الصوت . إن حساسية الأذن البشرية تصل في حدها الأقصى إلى حوالي ٣٠٠٠ هرتز . يوضح الشكل ١٦ منحنيات الشدة الصوتية المعروفة باسم فلتشر — منسن التي توضح اختلاف حساسية الأذن للترددات المختلفة .



الشكل (١٦)

منحنيات الشدة الصوتية المتساوية المعروفة باسم فلتشر — منسن .

كيف يتم قياس جهارة الصوت ؟

نظراً لأن حساسية الأذن ليست خطية (أو طولية) . حيث تتبع بدلاً عن ذلك قانوناً لوغارتيمياً . فإن نسبة الطاقة أو القدرة لصوتين يراد المقارنة بينهما تستخدم كمقياس . إن اللوغاريتم المشترك لقدرتين يعطي علاقتهما بوحدة البل (وهي وحدة التفاوت في مستوى الشدة بين صوتين متساويي التردد) .

وهكذا فإن $N\ (Bels) = \log_{10}(P_2/P_1)$ تمثل إنخفاضاً في القدرة عندما تكون P_2 أقل من P_1 ، وعندئذ $N\ (Bels)$ تصبح سالبة .

ما هو الديسبل ؟

إن المجال الكلي لحاسة السمع لدى الإنسان يكون محتوى ضمن نسبة تغير في الشدة تقدر بحوالي ١٣ بل . وهذا يتراوح من عتبة السمع إلى الدرجة أو الحد الذي يصبح فيه السمع مؤلماً . ولجعل هذا المجال يغطي مقياساً مناسباً فقد تم استخدام الديسبل الذي يساوي عشر البل . وبتعديل الصيغة الآنفة الذكر ، بالنسبة للفروق في الشدة فإن : $N\ (dB) = 10 \log_{10} (P_2/P_1)$.

كيف يستخدم هذا بالنسبة لاختلافات التيار أو الفلطية ؟

تتم المقارنة بحساب النسبة اللوغارتيمية بين الفلطيتين أو التيارين شريطة أن تكون الممانعات التي يتعرض لها التياران أو الفلطيتان واحدة . ولكن بما أن القدرة تختلف مع مربع الفلطية أو التيار ، وأن الديسبل هو نسبة القدرة ، فإن صيغة الفلطية ، على سبيل المثال ، تصبح : $N\ (dB) = 20 \log_{10} (V_2/V_1)$ ، و $(2 \times \log_{10}{}^{a}\ a^2)$.

كيف يقوم الهوائي بالتقاط الإشارات ؟

إن الإشارة اللاسلكية هي عبارة عن سلسلة من النبضات الكهرمغناطيسية المنتشرة عبر الفضاء . ولكل عملية إرسال ترددها المميز الخاص بها (تردد الموجة الحاملة) وطولها الموجي الخاص . يمكن توليف الهوائي ليقوم بالتقاط إشارات ذات تردد معين ، أو نطاق من الذبذبات . إن الهوائيات الموالفة لا تستخدم عادة على نطاقات ذبذبات البث . تشكل الأرض أحد قطبي جهاز الاستقبال ويشكل سلك الهوائي القطب الآخر . عندما تكون الترددات عالية فإن الهوائي يمكن توليفه بتخفيض الطول .

هل هناك طرق أخرى لتوليف الهوائي ؟

عند تعذر ملاءمة طول الهوائي مع الطول الموجي للإشارة ، فإنه يمكن إضافة مكثف أو ملف محاثة إلى طرف أنواع معينة من الهوائي لتعديل الطول الكهربائي وبذلك يمكن موالفة الهوائيات ذات الطول الثابت — بتغيير قيمة السعة أو المحاثة — مع إشارات الأطوال الموجية المختلفة .

ما هو تأثير تحميل الهوائي ؟

إن إضافة ملف عند الطرف السفلي من مغذي الهوائي يزيد بشكل فعال من تحريضية الهوائي ويخفض من تردده الطبيعي . إن المكثف الموصول على التسلسل يقلل من السعة ويزيد التردد الطبيعي .

ما هي ممانعة (أو معاوقة) الهوائي ؟

يتم حساب الممانعة بتقسيم الفلطية على التيار . وبما أن هذه القيم تختلف عند نقاط مختلفة من الهوائي ، فإن حالة الهوائي الثنائي القطب فإن الممانعة يتم فهمها على أنها تلك الواقعة في نقاط التوصيل المركزي . وهذه تساوي في الواقع حوالي ٧٣ أوم ، وترتفع إلى حد اللانهاية عند اقتراب نقطة التوصيل من نهايات أقسام الهوائي .

ما هي أنواع الهوائيات المستخدمة ؟

إن أنواع الهوائيات الرئيسية هي تلك المبينة في الشكل ١٧ ، حيث نجد توزع الفلطية والتيار موضحاً أيضاً . لنلاحظ كيف أن إضافة العناصر الطفيلية (عاكسات الإتجاه والموجهات) تحول الهوائي الثنائي القطب السابق المخصص لجميع الإتجاهات الأفقية إلى مستقبل إتجاهي . إن الرسوم البيانية القطبية الخاصة بتوزع التقاط الإشارات للهوائيات النموذجية نجدها موضحة .

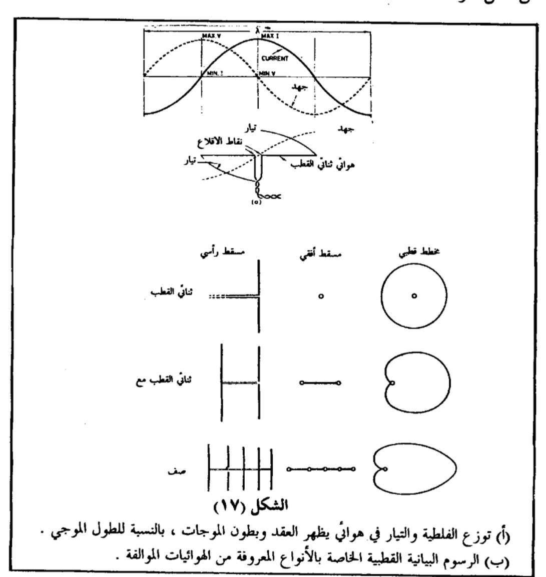
لماذا يستخدم الكبل ذو الموصلين المتحدي المحور في عملية التوصيل مع جهاز استقبال تلفزيوني ؟

لنقل القدرة القصوى إلى أو من الهوائي . فإن ممانعة المغذي يجب أن تتلاءم مع ممانعة الهوائي ، أو مع الدارة الموالفة التي يتصل بها . إن الممانعة المميزة للكبل ذي

الموصلين المتحدي للمحور تساوي تقريباً لممانعة الهوائي الثنائي القطب .

لماذا يستخدم في بعض الأحيان مغذي متوازي السلكين ؟

إن إضافة بعض العناصر إلى الهوائي تغير من ممانعته ، وإن بعض أنواع الهوائيات المعينة مثل الهوائي الثنائي القطب القابل للطي (هوائي نصف موجي بعنصر مماثل يبعد عنه بحوالي بضعة بوصات ويتصل معه عند نقاط التيار ا لصفرية ، أي النهايات الخارجية) ، غير المعدل بإضافة عناصر أخرى ، تتميز بممانعة مميزة بقيمة ٣٠٠ أوم .
إن المغذي ذي السلكين المتوازيين الذي له ممانعة من هذا النوع ، يتم استخدامه هكذا من أجل المواءمة .



الشكل (١٧)

(أ) توزع الفلطية والتيار في هوائي يظهر العقد وبطون الموجات ، بالنسبة للطول الموجي .
(ب) الرسوم البيانية القطبية الخاصة بالأنواع المعروفة من الهوائيات المؤالفة .

الفصل الثالث

الترانزيستورات

أنصاف النواقل :

ما هو النصف ناقل ؟

إن معظم المواد النقية التي نعرفها إما أن تكون نواقل جيدة أو عوازل جيدة . وبين هذين النوعين يوجد عدد من المواد التي تنقل التيار بشكل رديء بدرجة حرارة الغرفة ، إلا أن ناقلية هذه المواد تصبح أكبر بكثير عندما ترتفع درجة حرارتها أو في حال إضافة مقادير صغيرة جداً من الشوائب عليها . ويطلق على مثل هذه هذه المواد اسم إنصاف النواقل . وتستخدم بعض هذه المواد في صناعة الديودات والترانزيستورات والدارات التكاملية .

كيف يتم تشكيل النصف ناقل ؟

إن بلورات الجرمانيوم والسليكون والمواد النصف ناقلة الأخرى في حالتها النقية تعتبر من النواقل الرديئة جداً . خلال صناعة الأجهزة النصف ناقلة تتم إضافة مقدار ضئيل جداً من الشوائب على المادة النقية التي تقلب توازن التركيب الذري .

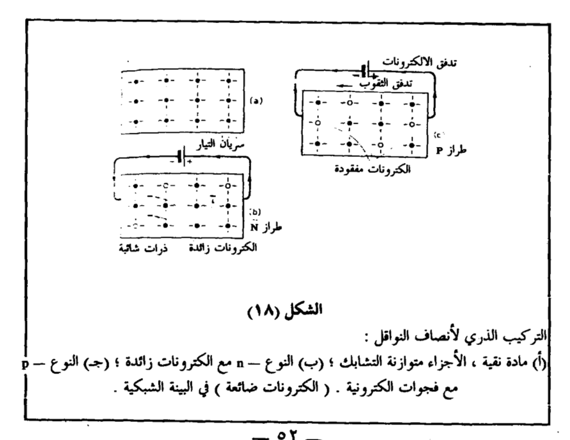
تحتوي ذرات السليكون والجرمانيوم على أربعة الكترونات خارجية التي تظهر على شكل جسيمات سالبة حول النواة . إن الشوائب المضافة إما أن تحدث زيادة أو نقصاً في توازن التركيب البلوري لتشكل أنصاف نواقل من النوع - n أو النوع -p كما هو مبين في الشكل ١٨ (ب) و١٨ (جـ) .

ما هي المواد المستخدمة ؟

إن الأنتيمون والزرنيخ والفوسفور لها تركيب ذري يحتوي على خمسة الكترونات

خارجية ، وبذلك يتوفر مقدار فائض من الالكترونات . عندما يتم توصيل فلطية تيار مستمر عبر المادة النصف ناقلة ، فإن هذه الالكترونات الحرة تقوم بتنظيم جريان للتيار . وهذا الجريان هو عبارة عن مقدار زائد من الجسيمات السالبة ، حيث يشكل مادة نصف ناقلة من النوع -n .

إن ذرات الشوائب التي تحتوي على ثلاثة الكترونات خارجية فقط هي الألمنيوم أو البورون أو الأنديوم . وعندما تتم إضافتها إلى الجرمانيوم أو السليكون النقي فإن البنية البلورية تحتوي على عدد من الفجوات الالكترونية كما هو مبين في الشكل ١٨ . وعندما يتم توصيل فلطية تيار مستمر عبر هذا النوع من انصاف النواقل فإن الالكترونات التي يؤمنها التيار تقوم بإملاء الفجوات الالكترونية ، فتحدث ما هو في الواقع عبارة عن حركة للفجوات الالكترونية نحو القطب السالب أي بالاتجاه المعاكس لجريان الالكترونات المعروف . وهذا يعطي البلورة شحنة موجبة ، يتم تعادله بإرسال الكترون ويمكن إعتبار الفجوات الالكترونية كشحنات موجبة صغيرة جداً . وهذا يكون نصف ناقل من النوع -p .



الشكل (١٨)

التركيب الذري لأنصاف النواقل :
(أ) مادة نقية ، الأجزاء متوازنة التشابك ؛ (ب) النوع — n مع الكترونات زائدة ؛ (جـ) النوع — p مع فجوات الكترونية . (الكترونات ضائعة) في البينة الشبكية .

ما هو دايود المقوم ؟

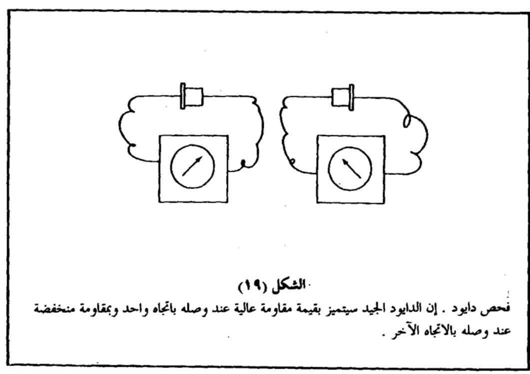
إن دايود المقوم يسمح للتيار بالجريان باتجاه واحد فقط من خلاله . فإذا أجرينا اختبار على المقوم بواسطة مقياس أوم فإننا سنجد بأنه يحتوي على مقاومة ضعيفة عند وصله باتجاه واحد وعلى مقاومة عالية جداً عند وصله بالاتجاه الآخر (مقاومة عكسية أو خلفية) .

كيف يستخدم الدايود ؟

في حال تطبيق فلطية متناوبة على مقوم فإن التيار يجري فقط عندما تكون الفلطية المطبقة في الإتجاه الأمامي . ولذلك يكون الخرج باتجاه واحد ، ويتكون من نصف موجه دخل التيار المتناوب . تستخدم المقومات النصف ناقلة في الدارات الالكترونية لتقويم التيار وفي الإشارات المزيلة للتضمين .

ما هو الصمام الثنائي المتماس القطبين ؟

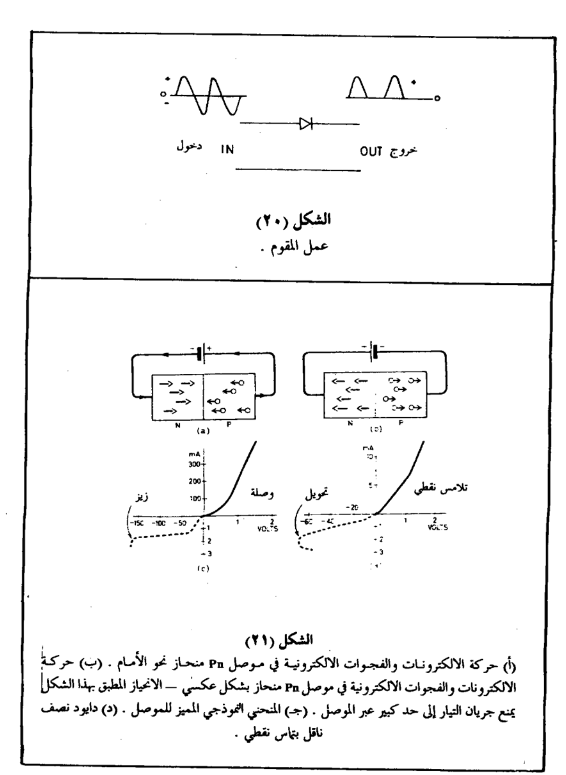
إذا تم تشكيل قضيب من الجرمانيوم على سبيل المثال من بلورة نصفها من النوع -n والنصف الآخر من النوع -p ، إما بتقوية الجرمانيوم بمقدار مضبوط من الشوائب



الشكل (١٩)

فحص دايود . إن الدايود الجيد سيتميز بقيمة مقاومة عالية عند وصله باتجاه واحد وبمقاومة منخفضة عند وصله بالاتجاه الآخر .

أو بنشر إحدى المواد في مادة أخرى فإنه يحصل لدينا موصل منتظم من النوع pn .
لنلاحظ بأن الموصل يتشكل ضمن بلورة متواصلة من مادة نصف ناقلة .



الشكل (٢٠)
عمل المقوم .

الشكل (٢١)
(أ) حركة الالكترونات والفجوات الالكترونية في موصل Pn منحاز نحو الأمام . (ب) حركة الالكترونات والفجوات الالكترونية في موصل Pn منحاز بشكل عكسي ــ الانحياز المطبق بهذا الشكل يمنع جريان التيار إلى حد كبير عبر الموصل . (جـ) المنحني النموذجي المميز للموصل . (د) دايود نصف ناقل بتماس نقطي .

كيف يعمل الصمام الثنائي المتماس القطبين ؟

إن تأثير الموصل pn مماثل لتأثير الصمام الثنائي . في حال توصيل فلطية تيار مستمر عبر موصل pn مع القطب السالب (انظر الشكل ٢١ (أ)) بمادة من النوع n- (وهذا يسمى بالإنحياز الأمامي الإتجاه) ، فإن جريان الالكترونات يتم بحركتها في القسم من النوع n- وحركة الفجوة الالكترونية في النوع p- .

على أية حال في حال تطبيق إنحياز معاكس ، أي توصيل القطب الموجب بمادة من النوع n- (الشكل ٢١ (ب)) فإن الفجوات الالكترونية يتم إنجذابها نحو التوصيلة السالبة مع القسم من النوع p- ، بينما يتم إنجذاب الالكترونات نحو القطب الموجب في القسم من النوع n- . من الناحية النظرية لايتم حدوث أي جريان للتيار بعد ذلك .

هل هناك جريان للتيار بشكل فعلي ؟

يجري تيار صغير جداً عند توصيل الموصل pn بهذا الشكل حيث أن المادة من النوع n- تحتوي في الواقع على عدد قليل من الفجوات الالكترونية وتحتوي المادة التي من النوع p- على عدد قليل من الالكترونات الحرة . إن هذا التفكك في روابط التركيب البلوري تبرز حدته بواسطة الإثارة الحرارية . وإن زيادة درجة الحرارة تزيد من التيارات الشاردة . إن المنحنى المميز لصمام ثنائي متماس القطبين نموذجي نجده مبينا في الشكل ٢١ (جـ) . عند تطبيق الفلطية بالاتجاه نحو الأمام فإن جريان التيار يزداد بسرعة ، ولكن عندما يتم تطبيق الفلطية بالاتجاه المعاكس فإنه تلزم زيادات كبيرة في الفلطية للحصول على تغيرات طفيفة في التيار .

ما هو الدايود ذو التماس النقطي ؟

لقد تم اختراع الدايود ذي التماس النقطي قبل الصمام الثنائي المتماس القطبين وهو يتكون من قطعة من مادة نصف ناقلة تشكل أحد الملامسات ومن قطعة قصيرة من سلك تلامس النصف ناقل باعتبارها الملامس الآخر . يحدث أثر التقويم الفعلي فقط ضمن منطقة صغيرة حول رأس السلك ، بحيث يمكن أن تجري تيارات صغيرة فقط ويمكن استخدام فلطيات معاكسة فقط .

هل يختلف المنحني المميز للدايود ذي التماس النقطي ؟

يوجد هناك فرق واختلاف واضح في المنحنى المميز للفلطية — والتيار في الدايود ذي التماس النقطي . وكما يمكن توقعه بسبب منطقة التماس الصغيرة نسبياً فإن التيار الأمامي الإتجاه يكون صغيراً . ولكن عندما يتم تطبيق فلطية معاكسة فإن التيار العكسي يكون أكبر نسبياً إلى أن يتم الوصول إلى نقطة معينة ، عندما يتسبب تطبيق الفلطية السالبة بإحداث زيادة سالبة سريعة في التيار ، ويستمر هذا الأثر حتى ولو تم تخفيض الفلطية . يتضمن المنحني إنعطافاً واضحاً عند طرفه السالب ويعرف التأثير أو الأثر باسم « أثر التحول » . يتم تدمير البلورة عند حدوث هذا . انظر الشكل ٢١ (د) .

ما هو أثر أو ظاهرة زنر ؟

في حال زيادة الفلطية السالبة أكثر فإن مرحلة الإشباع الظاهرة المشار إليها بالجزء المستوي من المنحني تتغير في نهاية الأمر . ويجري تيار معاكس كبير بشكل مفاجيء ، والذي يكون في الواقع قادراً على إتلاف النصف ناقل . توجد بعض الدايودات الخاصة تسمى بدايودات زنر ، حيث تكون هذه الدايودات مصنوعة خصيصاً لتعمل في منطقة ظاهرة زنر . وهذه الدايودات تستخدم بشكل رئيسي في أغراض موازنة الفلطية .

كيف يعمل دايود زنر ؟

تستخدم أشكال خاصة من المقومات الاتصالية السليكونية ذات الصمامات الثنائية المتصلة القطبين بإنهيار عكسي حاد عند فلطيات تقع قيمها ضمن مجال ٥ — ٢٠ فولط ، في المنظمات في أغلب الأحيان كما هو مبين بشكل موجز في الفصل الرابع . وعلى الرغم من أن المنحنيات المميزة الأمامية الإتجاه الخاصة بهذه الدايودات نجدها مماثلة لمنحنيات المقوم العادي العالي الجهد ، فإن تيار التسرب في الإتجاه المعاكس يكون ضعيفاً جداً ، ويزداد بشكل سريع عند الوصول إلى نقطة زنر . يستخدم الجهاز كمحدد للفلطية بالزيادة الكبيرة في التيار مقابل زيادة صغيرة في الفلطية المستخدمة . إن توجيه دايود زنر إلى منطقة ا لإنهيار يعطي مرجعاً ثابتاً للفلطية .

ما هي الوسائل النصف ناقلة الأخرى المستخدمة بهذا الشكل ؟

الثايريستور هو عبارة عن جهاز تقويم خاص يتميز بطريقتين للتشغيل ، ويستخدم للتحكم بخرج دارة المقوم . وهذا نجده موصوفاً فيما بعد ويتميز ببعض الاستخدامات الخاصة في دارات التلفزيون النبضية الموقتة . ويمكن إطلاقه للسماح بجريان التيار في الإتجاه نحو الأمام مع منعه في الاتجاه المعاكس على الرغم من أنه سوف يمنع جريان التيار في كلا الإتجاهين عادة . في الحالة المطلقة يتميز الثايريستور بخصائص مماثلة للمقوم السليكووني ، إلا أن هذا الجهاز له الكترود ثالث . إن تغذية نبضة تيار صغيرة لهذه الدارة الصمامية تطلق الثايريستور ليصبح بوضعية التوصيل . وبمجرد أن يصبح الجهاز بحالة توصيل فإنه سيبقى بهذا الوضع إلى أن يتم إنخفاض تيار الحمل إلى قيمة منخفضة جداً ، عندما يعود أوتوماتيكياً إلى حالة المنع . وبتغيير توقيت نبضة الإطلاق ، فإن نسبة الدورة الأمامية النصفية التي في أثنائها تحدث عملية التوصيل يمكن أن تتغير . وبهذا الشكل يتم التحكم بمتوسط التيار المستمر المقوم .

الترانزيستورات :

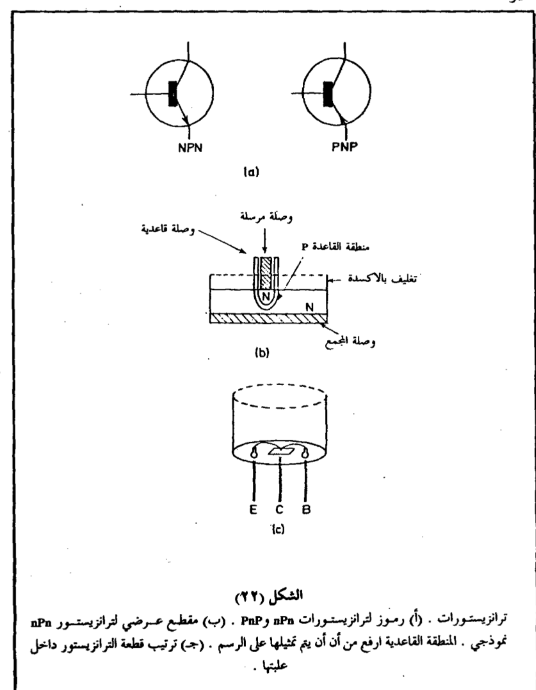
ما هو الترانزيستور ؟

الترانزيستور عبارة عن نصف ناقل مزود بثلاث مناطق شوائب منفصلة تتلاقى عند توصيلتين . واستناداً إلى ترتيب مناطق الشوائب n و p هذه فإن الترانزيستور يمكن أن يوصف بـ npn أو pnp . يتم إجراء عملية توصيل كهربائي إلى كل منطقة من هذه المناطق الثلاث . إن التوصيل مع المنطقة p في الترانزيستور npn أو المنطقة n في الترانزيستور pnp يسمى بالتوصيل الأساسي . أما التوصيلات الأخرى فهي الباعث والمجمع . إن توصيلة المجمع هي المنطقة التي يتم فيها اتصال المجمع بالقاعدة وتوصيلة الباعث هي التوصيلة التي يتم فيها اتصال الباعث بالقاعدة . وإن فعل الترانزيستور ناجم عن هاتين التوصيلتين .

ما هي المواد المستخدمة ؟

في الواقع تصنع كافة الترانزيستورات من الجرمانيوم أو السليكون . أما الجرمانيوم فإن نسبة الشوائب منخفضة في فلزات الزنك والنحاس ، ويمكن استخلاصه من

غبار المداخن الناتج عن محطات توليد القدرة التي تحرق الفحم . وتتم تنقيته بواسطة عملية تعرف باسم التنقية النطاقية . يمكن تخفيض الشوائب إلى جزء واحد في $١٠^{١٠}$. بالنسبة لتوصيلة pn يتم تحويل المادة بعد ذلك إلى شكل بلوري وحيد ، مع إضافة مقدار صغير من مادة مانحة أو مادة قابلة إلى حوالي جزء واحد في مائة مليون .



الشكل (٢٢)

ترانزيستورات . (أ) رموز لترانزيستورات nPn وPnP . (ب) مقطع عرضي لترانزيستور nPn نموذجي . المنطقة القاعدية ارفع من أن يتم تمثيلها على الرسم . (جـ) ترتيب قطعة الترانزيستور داخل علبتها .

ربما يكون السليكون هو الأكثر شيوعاً من بين كافة العناصر التي توجد في عدد من المركبات . فالرمل على سبيل المثال . يتكون بشكل رئيسي من ثاني أكسيد السليكون . ونظراً لأن معظم الشوائب غير المناسبة الموجودة في السليكون هي من البورون القابل الذي لايمكن إزالته بواسطة التنقية النطاقية فإن عملية التصفية تعتبر أكثر قوة وتأثيراً . يتميز السليكون أيضاً بنقطة إنصهار أعلى بكثير من الجرمانيوم ، ويلزم جهد أمامي عال عند نقطة الوصل للتغلب على الحاجز الجهدي . وبالرغم من وجود هذه المساوىء إلا أن أجهزة السليكون تحتوي على مزايا كافية لتفضيلها على أجهزة الجرمانيوم الأولى الداخلة من العديد من الاستخدامات .

ما هي مزايا الترانزيستورات السليكونية ؟

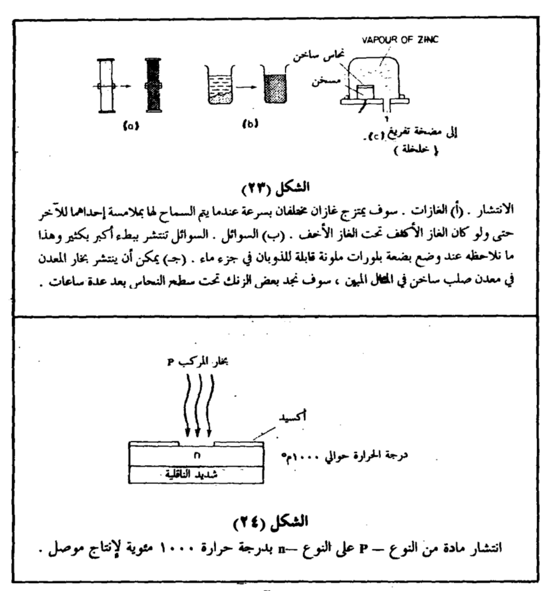
إن تيارات التسرب في درجات حرارة التشغيل العادية تكون أصغر بكثير مما هي عليه بالنسبة لأجهزة الجرمانيوم . ونظراً لأن هذه الميزة تنطبق على تسرب المجمع العكسي فإن الترانزيستورات السليكونية يمكنها أن تشتغل والمجمع بدرجات حرارة أعلى بكثير . ونظراً لإمكانية تحمل زيادة كبيرة في درجة الحرارة الداخلية فإنه يمكن السماح بمعدل تبدد كبير في الطاقة . إن الترانزيستورات المماثلة (السليكونية) يمكنها أن تستوعب معدل قدرة يزيد بمقدار ضعفين أو ثلاثة أضعاف قدرة قطع الجرمانيوم المقابلة لها . وإن فجوة الطاقة التابعة لها نجدها أكبر كما أن مقاومتها الذاتية تعتبر أعلى بكثير . ونظراً لعمليات التصنيع فإن ترانزيستورات الـ npn يتم إنتاجها من السليكون بتكلفة رخيصة .

ما الذي نعنيه بعبارة الإنتشار ؟

في الفيزياء ، نجد أن الإنتشار يعني أو يدل على الإمتزاج التلقائي للمواد الغازية أو السائلة أو حتى الصلبة منها والذي يحدث بسبب تحركات الذرات . وأما عند إطلاقه على أنصاف النواقل فإن كلمة الإنتشار تستخدم لتعني إضافة الشوائب المانحة أو القابلة إلى مادة صلبة بدرجة حرارة عالية ولكن بدون إنصهار المادة . إن ميزة عمليات الإنتشار هو كونها يمكن التحكم بها بسهولة كبيرة ، حيث أن نفاذ ذرات الشوائب يكون أبطأ بكثير مما هو عليه عندما تكون المادة منصهرة .

كيف يتم تنفيذ عملية الإنتشار ؟

لأخذ مثال على ذلك ، يتم تسخين رقاقة حلقية نصف ناقلة حتى نقطة انصهارها تقريباً في جو مليء بغاز خامل يحتوي على عدد من الذرات القابلة على شكل بخار . سوف تدخل الذرات القابلة في النصف ناقل من النوع -n فتعطي طبقة -p ، بحيث يتم تشكل موصل np قريب جداً من السطح . فإذا تم الآن استبدال الغاز بمزيج مماثل يحتوي على ذرات مانحة ، فإنه سينتج موصل آخر عندما تنتشر الذرات المانحة في السطح وتنتشر الذرات القابلة أيضاً في المادة . وهذا يؤدي إلى إنتاج موصل على شكل طبقات مستوية بالقرب من السطح ١ فتتشكل ترانزيستورات مستوية .



الشكل (٢٣)

الانتشار . (أ) الغازات . سوف يمتزج غازان مختلفان بسرعة عندما يتم السماح لها بملامسة إحداهما للآخر حتى ولو كان الغاز الأكثف تحت الغاز الأخف . (ب) السوائل . السوائل تنتشر ببطء أكبر بكثير وهذا ما نلاحظه عند وضع بضعة بلورات ملونة قابلة للذوبان في جزء ماء . (جـ) يمكن أن ينتشر بخار المعدن في معدن صلب ساخن في المجال المبين ، سوف نجد بعض الزنك تحت سطح النحاس بعد عدة ساعات .

الشكل (٢٤)

انتشار مادة من النوع — P على النوع —n بدرجة حرارة ١٠٠٠ مئوية لإنتاج موصل .

كيف يمكن التحكم بعملية الإنتشار ؟

إذا تم تسخين الجرمانيوم أو السليكون في الهواء فإنه سيتم تشكل طبقة من أكسيد العنصر على السطح . وفي الواقع العملي يتم تشكل طبقات الأكاسيد الرقيقة على السليكون بسهولة كبيرة كما أنها تكون أكثر ثباتاً واستقراراً . وتقوم طبقة الأكسيد هذه بمقاومة الإنتشار بواسطة الذرات المانحة أو القابلة في الغازات الخاملة ، وبذلك يمكن أن تستخدم للتحكم بالمناطق التي يتم فيها تشكل الموصلات .

كيف يمكن بعد ذلك التحكم بطبقات الأكاسيد الرقيقة ؟

يتم استخدام أساليب فنية مقاومة للضوء . وبإختصار فإن هناك عدداً من المواد يتم فيها امتزاج الجلاتين مع ثاني كرومات البوتاسيوم وهذه المواد تكون حساسة للضوء بشكل يختلف عن الشكل المعروف جيداً الذي يتميز به الفيلم الفوتوغرافي . وعند تعريض هذه المواد للضوء فإنها تصبح غير قابلة للذوبان في الماء . فإذا طلينا سطح الرقاقة الحلقية المؤكسدة من النوع n- بمادة مقاومة للضوء وقمنا بعد ذلك باسقاط فوتوغرافي في النموذج معين من الأشكال على السطح . باستخدام الإشعاع فوق البنفسجي . فإن النتيجة بعد عملية الغسيل ستكون رقاقة حلقية مطلية بمادة قاسية مقاومة للضوء في بعض الأماكن وخالية في أماكن أخرى . وبما أن المادة المقساة تكون أيضاً مقاومة للحموض الضعيفة . فإنه يمكننا الآن أن نغسل الرقاقة الحلقية بالحمض الذي سيزيل الطبقة الأكسيدية في الأماكن المغطاة بمادة مقاومة للضوء . نستطيع بعد ذلك أن نقوم بعملية الإنتشار في مثل هذه المناطق بعد أن نكون قد أزلنا المادة المقاومة بمواد مذيبة لها . ونستطيع أيضاً حماية المناطق المنتشرة بطبقات معدنية مع القيام بعمليات المعالجة الأخرى مثل الحفر بالحموض والإنتشار على المناطق التي كانت محمية من قبل . ولقد تم إتمام هذه الطرق التقنية في الوقت الحاضر إلى الحد الذي أمكن فيه تحضير كافة الدارات (الدارات التكاملية) على رقاقة حلقية واحدة من السليكون .

ما هي مزايا عملية التسوية ؟

تكمن الميزة في حماية موصل قاعدة المجمع . عند السطح ، بطبقة الأكسيد ،

مما يؤدي إلى تيار تسرب منخفض جداً . وبالإضافة إلى ذلك فإن هذه الطريقة تؤمن طبقة أساسية رقيقة جداً وبذلك تتوفر إمكانية تشغيل بتردد عال . يمكن تحضير عدة آلاف من الميغاهرتز .

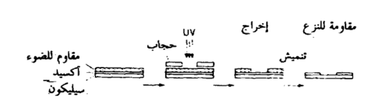
وبالإضافة ، فإن الدقة الميكانيكية لهذه الطريقة تسمح بتغير إنتاجي سهل لقياس وشكل وأبعاد الترانزيستور مع إمكانية الإنتاج بالجملة والتقيم والإختبار بالجملة وبالتالي قلة التكاليف .

ما هي المساوىء الموجودة في عملية التسوية ؟

توجد مقاومة فعالة على التسلسل بين وصلة المجمع والتماس عند السطح السفلي للرقاقة الحلقية . وعلى الرغم من صغر هذه إلا أنها يمكن أن تكون خطرة . إن هبوط الفلطية الداخلية يعطي قيمة عالية لفلطية الإشباع .

هل يمكن الإفتراض بوجود حل ؟

نعم يوجد حل وذلك باستخدام شريحة مركبة بطبقة سفلية ذات مقاومة منخفضة جداً وعلى هذه تم تشكيل طبقة فوقية رقيقة ، وبذلك يمكن الحصول على بعض التحسينات .



الشكل (٢٥)

التمش بالأسيد المقاوم للضوء . إن نوع المادة المقاومة للضوء المبينة هنا يصبح قابلاً للذوبان عند تعريضها للإشعاع فوق البنفسجي (أما الأنواع الأخرى فإنها تصبح غير قابلة للذوبان) . بعد عملية التعريض للضوء ، مع ذوبان المادة المقاومة المعرضة ، فإن طبقة الأكسيد يمكن أن تزال في المواضع غير المحمية . سوف لن تحدث عملية الإنتشار في الأكسيد ، بحيث أن نماذج الإنتشار يمكن أن يتم ترتيبها .

هل يكون بذلك هذا هو الترانزيستور المستوي الـ epitaxial ؟

نعم . تتكون العملية الـ epitaxial من طبقات نامية من مادة نصف ناقلة على شريحة بلورية رقيقة وعندما تنمو الطبقات بالإنتشار ، فإنها تعمل على المحافظة على إبقاء شكل البلورة مماثلاً للشكل الصلب الأساسي بحيث لا يحدث تغير في البنية التركيبية للبلورة . إن كلمة epitaxial تعني « تلبس نفس الشكل » .

يمكن البدء بشريحة طبقة سفلية من النوع -p ثم إنماء طبقة لها نفس الشكل من النوع -n ، أو يمكن إنماء طبقة من النوع n ذات مقاومة كبيرة على طبقة سفلية من النوع -n ذات مقاومة ضعيفة من أجل بعض الإستخدامات هناك أيضاً العديد من الأشكال المغايرة .

إذا كانت معظم الترانزيستورات مصنوعة بهذا الشكل . فلماذا توجد طرازات عديدة لها ؟

تستخدم الترانزيستورات في أغراض عديدة ويجب أن يتم إنتاجها بتكلفة بسيطة . من السهل صنع عدة ترانزيستورات مختلفة الأنواع ، بحيث يكون كل منها مخصص للقيام بمهمة مختلفة قليلاً عن الآخر بدلاً من صناعة ترانزيستور واحد قادر على تحقيق كافة المتطلبات الممكنة . إن الترانزيستورات القادرة على إمرار تيارات كبيرة بفلطيات عالية (ترانزيستورات القدرة) يمكن أن تكون أرخص ثمناً نوعاً ما في حال عدم الحاجة إلى تشغيلها بكسب عال أو بترددات عالية . وبالعكس ، فإن الترانزيستورات التي يمكن أن تشتغل بترددات عالية يمكن صناعتها بتكلفة منخفضة نسبياً في حال عدم لزوم تشغيلها بقدرات عالية . إن المتطلبات المختلفة وتسامحات التصنيع الحتمية قد أدت إلى ظهور هذا العدد الكبير من الأنواع المختلفة المتوفرة في الوقت الحاضر .

إلى ماذا تشير أرقام الطراز 2N ؟

تتكون الأرقام الأمريكية الطراز من البادئة 2N متبوعة برقم متسلسل للطراز . ويشير الرمز (2N) إلى أن القطعة هي عبارة عن ترانزيستور (1N تشير إلى الدايود) والرقم ، الذي هو رقم التسجيل ، لا يعنى شيئاً . إن التحري عن الرقم المسجل

فقط لايمكن أن يدلنا على أي شيء زيادة حول الترانزيستور . قد تكون الأرقام المتتالية خاصة بطرازات ترانزيستورات مختلفة بشكل كلي ومصنوعة من قبل شركات من تصنيع مختلفة .

ماذا عن الأرقام الأوربية الطراز ؟

إن الأرقام الأوربية الطراز تعطينا الكثير من المعلومات وتتكون من حرفين أو ثلاثة أحرف متبوعة برقم (انظر الجدول رقم ٤) . يدلنا الحرف الأول على المادة المستخدمة . فالحرف A يدل على الجرمانيوم وB على السليكون . وأما الحرف الثاني فإنه يدلنا على نوع الترانزيستور كما هو مبين في الجدول . وهكذا فإن الحرفين BC سيدلان على ترانزيستور سليكوني عام الأغراض ، والحرفان AF يدلان على ترانزيستور جرمانيوم تابع لمضخم عالي الترددات وهلم جرا . أما الحرف الثالث فإنه يستخدم في الغالب عندما يكون الترانزيستور قد تم تطويره للاستخدام الصناعي . وأما بالنسبة للرقم الذي يلي هذه الأحرف فإنه يدل على مرحلة التطور ، بحيث أن الرقم الكبير يدل على حداثة النوع . وأما الأرقام المتتالية فإنها تشير عادة إلى مجموعة الترانزيستورات المتجانسة ، وتكون هذه ناتجة عن تصنيف الترانزيستورات ذات الفعالية المختلفة عن تجربة إنتاجية واحدة .

الجدول رقم ٤
الرموز الاصطلاحية للوسائل النصف ناقلة

يستخدم الرمز على نطاق واسع للدلالة على أنصاف النواقل المتميزة (الدايودات والترانزيستورات المنفصلة) ، إلا أنه لم يستخدم بشكل واسع النطاق للدلالة على الدارات التكاملية بسبب صعوبة تصنيف التشكيلة الكبيرة والمتنوعة بين الدارات التكاملية .

يدل الحرف الأول على نوع المادة التي صنع منها النصف الناقل :

فالحرف A يدل على الجرمانيوم .
و B على السليكون .

و C		على زرنيخيد الجاليوم أو ما يماثله .

و D		للدلالة على انتيمونيد الأنديوم أو ما يشابهه .

و R		للدلالة على مادة ذات ناقلية ضوئية . بدون تشكل موصل .

أما الحرف الثاني فإنه يدل على تركيب أو استخدام الجهاز .

فالحرفA	للدلالة على دايود مكشاف أو دايود عالي السرعة ، أو دايود مازج .

و B		للدلالة على دايود متغير السعة .

و C		للدلالة على ترانزيستور مخصص للاستخدام في مجال الترددات السمعية ، وليس خرج القدرة .

و D		للدلالة على ترانزيستور قدره للاستخدام في مجال الترددات السمعية .

و E		للدلالة على دايود أو صمام ثنائي نفقي .

و F		للدلالة على ترانزيستور للترددات اللاسلكية ، وليس للقدرة .

و G		للدلالة على ترانزيستور متعدد بوجود الأجهزة غير المتماثلة على نفس القطعة .

و L		للدلالة على ترانزيستور قدره للترددات اللاسلكية .

و P		للدلالة على جهاز حساس للضوء أو على كاشف آخر للطاقة المشعة .

و Q		للدلالة على وسيلة باعثة للإشعاعات ، مثل الـ LED .

و R		للدلالة على ثايريستور أو وسيلة أخرى بقدرة منخفضة .

و S		ترانزيستور تشغيل ، وليس من الأنواع المستخدمة في مجال القدرة .

و T		على ثايريستور أو وسيلة تحكم أخرى ، بقدرة عالية .

و U		للدلالة على ترانزيستور قدرة للتشغيل .

و X		للدلالة على دايود مضاعف مثل الفاراكتور (مكشف متغير السعة) أو دايود استعادة متعدد المراحل .

و Y		للدلالة على دايود مقوم ، أو دايود معزز أو دايود تعزيز ثنائي .

و Z		للدلالة على مستند الفلطية أو دايود منظم (زنر) .

إن الأرقام أو الأحرف التالية تدل على مرحلة التصميم وعلى الإستخدامات . إن الرمز المتسلسل المكون من حرف (Z, Y, X, W) ورقمين ، يدل على جهاز مخصص لاستخدامات خاصة بالمحترفين ولا يتوفر للهواة . أما الرقم المتسلسل المكون من ثلاثة أرقام فيستخدم للأنواع الاستهلاكية المستخدمة في الراديو المنزلية وفي الدارات السمعية والتلفزيونية .

الرمز FJ للدارات التكاملية :

يدل الحرف الأول على شيء رقمي أو خطي . فالحرف F أو G يدل على الرقمي والحرف T يدل على الخطي .

أما الحرف الثاني فإنه يدل على مرحلة التطور لمجموعة من الدارات المتجانسة .

وبالنسبة للحرف الثالث فإنه يدل على وظيفة الدارة الرقمية : H دارة صمامية ، J ثنائية الاستقرار ، نطاطة ، مسجلة ، عداد ، و K أحادية الاستقرار و L محول مستوي و Y لأشياء متنوعة .

يستخدم الحرفان A و B للدارات الخطية ، A للمضخمات التشغيلية أو الدارات المعتمدة على المضخمات ، و B للدارات المعتمدة على دايودات . و D لدارات الاستقبال .

يدل الرقمان الأوليان على الرقم المسلسل .

أما الرقم الأخير فإنه يشير إلى مجال درجة الحرارة : (١) ∴ إلى + ٧٠ درجة مئوية ، (٢) من − ٥٥ درجة مئوية إلى + ١٢٥ درجة . (٣) من − ٤٠ إلى + ٨٥ درجة مئوية .

استخدام الترانزيستورات :

ما هي التوصيلات إلى الترانزيستور ؟

كما هو مبين آنفاً فإن مناطق الترانزيستور الثلاث تسمى بالباعث والقاعدة والمجمع ، وأما القاعدة فإنها من نوع الشوائب المعاكسة للمجمع والباعث . ويتم إجراء عملية توصيل إلى كل واحدة من هذه المناطق ، بحيث يصبح الترانزيستور معادلاً من الناحية الكهربائية لدايودين متصلين مع بعضهما ظهراً لظهر .

كيف يعمل الترانزيستور ؟

في الاستعمال نجد أن موصل باعث ـــ والقاعدة منحاز إلى الأمام ، مما يدل على أن الفلطية مطبقة بحيث يجري التيار بين القاعدة والباعث . أما موصل المجمع ـــ والقاعدة فهو منحاز بشكل عكسي بحيث لا يلزم جريان أي تيار . ونظراً لكون منطقة القاعدة رقيقة جداً فإن الموجات الحاملة للتيار الصادرة عن الباعث

سوف تعبر موصل المجمع ومن ثم سوف تمتد إلى دارة المجمع . وفي التوصيلة المبينة ، سوف نجد بأن نسبة ٩٩,٩٪ أو أكثر من الموجات الحاملة للتيار (الالكترونات في ترانزيستور npn) سوف تجري من الباعث إلى المجمع ، مع بقاء نسبة ٠,١٪ أو أقل تنبعث من الباعث إلى القاعدة . في ترانزيستور الـ pnp تكـون الموجـات الحاملة للتيار عبارة عن فجوات الكترونية (تتصرف كجزيئات موجبة) وتكون فلطيات القاعدة والمجمع سالبة بالنسبة لفلطية الباعث .

ما هي مناسيب الفلطية النموذجية المستخدمة ؟

إن هذا الأمر يتعلـق بـنصف الناقـل المستخـدم وبتركيبـه . فترانزيستـورات الجرمانيوم تكون معظمها من النوع pnp وتبدأ بعملية التوصيل عندما تكون الفلطية بين الباعث والقاعدة متراوحة بين ٠,١ إلى ٠,٢ فولط ، وتكون القاعدة سالبة في حالة الترانزيستور من النوع pnp . أما ترانزيستورات السليكون فإنها تحتاج على الأقل إلى ٠,٥ فولط بين القاعدة والباعث قبل أن تبدأ بعملية التوصيل . إن أقل فلطية يمكن الحصول عليها بين المجمع والباعث (فلطية الإشباع) تساوي حوالي ٠,١ فولط بالنسبة لترانزيستور الجرمانيوم و ٠,٢ فولط أو أكثر لترانزيستور السليكون . إن الفلطية العظمى التي يمكن تطبيقها على المجمع تعتمد إلى حد كبير على تركيب الترانزيستور . وتقدر بحوالي ٢٠ فولطاً بالنسبة لبعض الأنواع ذات الترددات العالية إلى أن تصل إلى مقدار الكيلو فولط أو أكثر بالنسبة للترانزيستورات المخصصة لمراحل خرج الخطوط التلفزيونية .

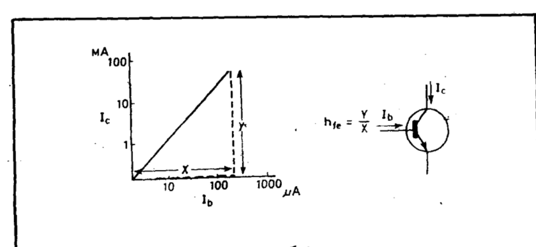
كيف يقوم الترانزيستور بالتحكم بالتيار ؟

إن الموجات الحاملة للتيار التي تنتقل من الباعث إلى المجمع تقوم بذلك فقط بسبب فلطية القاعدة . إن نسبة التيار المأخوذة من القاعدة تكون ثابتة تقريباً بحيث يكون تيار المجمع متناسباً مع تيار القاعدة . وسوف يقوم تيار قاعدة صغيرة بالتحكم بتيار مجمع كبير . سوف يتوقف تيار المجمع عن الجريان عندما يتوقف التيار عن الجريان في القاعدة (بعد فترة قصيرة جداً لازمة لإزالة الموجات الحاملة للتيار من منطقة القاعدة) .

وسوف يكون خاضعاً للتحكم من قبل تيار القاعدة إلى أن يتم الوصول إلى الإشباع . قد يحدث الإشباع من قبل فلطية المجمع بسبب الفلطية عبر مقاومة حمل ، تصل إلى فلطية الإشباع ، أو من قبل التيار في المجمع الذي يكون كبيراً بقدر الحد الذي تتحمله المادة .

كيف يمكننا قياس أثر التحكم هذا ؟

إذا قمنا برسم بياني لقيم تيار المجمع مقابل القيم المطابقة لها من تيار القاعدة فإن الخط البياني يكون بشكل مستقيم وإن الكمية المسماة بميل الخط البياني تعتبر هي نسبة $\frac{\text{تغير تيار المجمع}}{\text{تغير تيار القاعدة}}$ ويرمز له بـ hfe ، وبها يتم قياس أثر التحكم بالترانزيستور . ويعبر عن التسمية الكاملة بعبارة كسب التيار الأمامي الاتجاه ، للباعث المشترك . وإن كلمة أمامي الاتجاه تدل على أن القاعدة تتحكم بالمجمع ، وأما عبارة الباعث المشترك فإنها تعني بأن الباعث هو الطرف المشترك بين كل دارة ، طالما أن تيار القاعدة يجري إلى الباعث ، وكذلك يفعل تيار المجمع (متخذاً الإتجاه التقليدي لجريان التيار في ترانزيستور الـ npn) . أما الحرف f فإنه يعني إلى الأمام من القاعدة المجمع .



الشكل (٢٦)

رسم بياني لـ Ic مقابل Ib . زاوية الانحدار Y/X تعطي قيمة كسب التيار . عندما يستخدم الخط بكامله كما هو مبين فإن زاوية الميل تكون hfe ، كسب تيار الإشارة الكبير . في حال استخدام جزء صغير من الخط فقط لإيجاد زاوية الميل فإن النتيجة تكون hfe ، كسب تيار الإشارة الصغير . القيمتان متماثلتان ما لم يكن الخط منحنياً بشكل واضح .

إن قيم المجال hfe تبدأ من ٢٠ بالنسبة لبعض ترانزيستورات القدرة وحتى ٨٠٠ أو أكثر بالنسبة لبعض الترانزيستورات العامة . إن مجموعة من الترانزيستورات التي لها نفس الطراز سوف يكون لها قيم مختلفة جداً للمجال hfe . بحيث أن أحدها قد تكون قيمته ٤٠ . بينما نجد آخر قد يبدو في الظاهر مماثلاً للأول إلا أن قيمته قد تكون ٢٠٠ . وهذه الاختلافات لايمكن تفاديها إلا أن الجهة الصانعة قد تقوم بتصنيف الترانزيستورات إلى مجموعات ، بحيث تتميز كل منها برقم طراز مختلف ، ويكون مجال قيم hfe بالنسبة لطراز واحد أصغر .

ما هي الناقلية التبادلية ؟

إن الناقلية التبادلية لترانزيستور هي نسبة $\frac{\text{تغير تيار المجمع}}{\text{تغير فلطية القاعدة}}$ للترانزيستور وهي

تعتبر الكمية الأكثر فائدة في تصميم الدارة ، وذلك لأن قيمة الناقلية التبادلية (التي رمزها gm) لأي ترانزيستور سليكوني . تتعلق فقط بالتيار الانحيازي) الثابت في المجمع . إن قيمة gm تعطى بـ ٣٩ × Ic حيث Ic تمثل تيار المجمع الثابت مقدراً بالميلي أمبير mA . إن ترانزيستور يمرر تيار ثابتاً مقداره ٢ ميلي أمبير سوف تكون قيمة gm فيه تساوي ٧٨ ميلي أمبير/فولط بحيث أن تيار المجمع سيتغير بمقدار ٧٨ ميلي أمبير لكل تغير في الفولط عند القاعدة . وبالطبع لن يتم التغيير بهذا المقدار ، إنها النسبة التي تهمنا ، بحيث أن تغيراً بالميلي فولط عند القاعدة في المثال المعطى . سوف يؤدي إلى تغير تيار المجمع مقداره ٧٨ ميكروأمبير .

كيف يساعدنا هذا على تضخيم الإشارة ؟

إذا تم توصيل مقاومة ذات معاوقة (أو ممانعة) معروفة بالحمل ، بين المجمع وفلطية المنبع ، بحيث أن تيار المجمع يمر عبر الحمل ، فإن التغيرات في تيار المجمع سوف تؤدي إلى إحداث تغيرات في الفلطية عبر الحمل وأيضاً عند طرف المجمع . وإن الإشارة الموجودة سوف تتكون من تغيرات في الفلطية عند القاعدة ، وسوف تعطينا قيمة gm بعد ذلك التغير الحاصل في تيار المجمع والذي سببه فلطية إشارة القاعدة . إذا كان الحمل عبارة عن مقاومة فإن تضخيم الفلطيـة في الترانزيستور يتم إيجاده

بسهولة ، ويساوي ٣٩ × V_L تمثل الفلطية الثابتة عبر مقاومة الحمل الحاصلة بسبب الإنحياز عند عدم مرور أي إشارة .

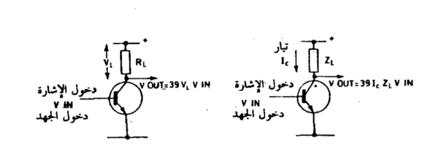
ما هو مقدار الإنحياز الواجب تطبيقه ؟

يتم إنحياز الترانزيستور من أجل التضخيم الخطي (التناسب) عندما يجري تيار ثابت في دارة القاعدة . إن القيمة الصحيحة لتيار إنحيازي ثابت تكون بحيث أن التيار الحاصل بالإشارة عند القاعدة يجب ألا يشبع القاعدة (إضافة مقدار زائد جداً من التيار) ولا يقطعها (إذا كان التيار الذروي الثابت أكبر من التيار الإنحيازي) .

يجب أن يتم إختيار حمل المجمع بحيث أن الفلطية عند المجمع ، عند تطبيق إشارة ، لا تصل إلى حد الإشباع ولا تصل فلطية الخط إلى حد القطع . عندما تكون لدينا القيمة الصحيحة للإنحياز بالنسبة للإشارة التي يتم تضخيمها فإن الخط البياني لإشارة الدخل مقابل إشارة الخرج يجب أن يكون خطاً مستقيماً ، لكي تتم الإشارة إلى هذا على أنه مضخم خطي .

ما هي الدارات المستخدمة لتطبيق الإنحياز ؟

إن أبسط أشكال الدارات هو ذاك المبين في الشكل ٢٨ (أ) . فإذا تذكرنا بأن فلطية القاعدة يجب أن تزيد على فلطية الباعث بحوالي ٠,٥ فولط (على فرض أن



الشكل (٢٧)

تضخيم إشارات الفلطية . بالنسبة لحمل مقاوم يكون كسب الفلطية مساوياً 39VL . وبالنسبة لحمل مقاومة ، يكون الكسب مساوياً 39 Ic ZL .

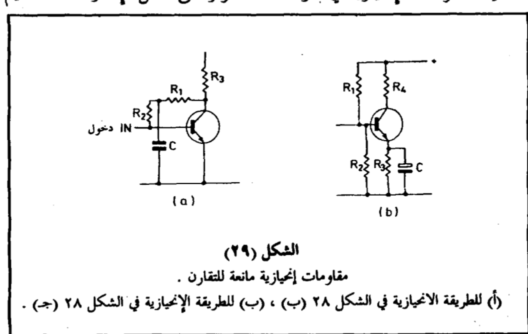
الترانزيستورات npn سليكونية) فإننا نقوم بوصل مقاومة ذات قيمة كبيرة بين القاعدة والمنبع الموجب . وعندما نعرف ما هي قيمة تيار القاعدة التي نحتاجها فإننا نستطيع أن نوجد القيمة التقريبية للمقاومة التي نحتاجها باستخدام قانون أوم .

هل هذه الدارة البسيطة هي الأكثر استخداماً ؟

كلا لأن المقاومة يجب أن يتم اختيارها بشكل خاص لكل ترانزيستور ، كما أن أوضاع الإنحياز تتأثر بسهولة بالتغيرات التي تحصل في القطع المكونة أو في فلطية الخط . الأشكال ٢٨ (ب) و ٢٨ (جـ) توضح الدارات المفضلة . في الشكل ٢٨ (ب) تكون المقاومة الإنحيازية R_1 متصلة بين المجمع والقاعدة وفي الشكل ٢٨ (جـ) تبقى القاعدة مثبتة عند فلطية ثابتة بالمقاومات R_1 و R_2 والتيار الجاري عبر مقاومة الباعث ، والمقاومة R_3 تسمح لفلطية الباعث بالارتفاع إلى حوالي ٠,٥ فولط أقل من فلطية القاعدة (على فرضية أن الترانزيستور npn سليكوني) . في كل واحدة من هذه الدارات نجد أن الانحياز أكثر استقراراً كما أن التغيرات البسيطة في الفلطيات أو في القطع المكونة تؤدي إلى تغير أقل في الإنحياز .

ما هي التأثيرات التي تقوم بها هذه الدارات الإنحيازية على الإشارة ؟

إن المقاومات الإنحيازية في دارة القاعدة تؤثر على دخل الإشارة ، عندما يتم



الشكل (٢٩)

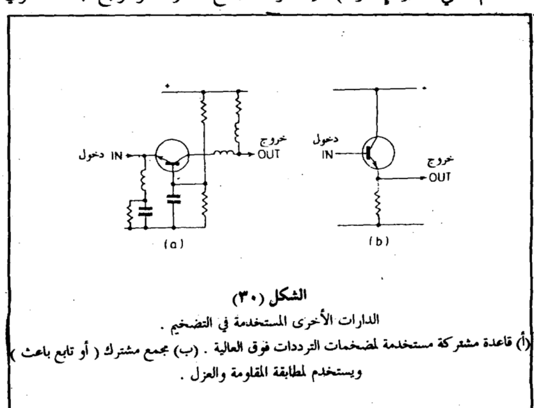
مقاومات إنحيازية مانعة للتقارن .

(أ) للطريقة الانحيازية في الشكل ٢٨ (ب) ، (ب) للطريقة الإنحيازية في الشكل ٢٨ (جـ) .

توصيلها بين القاعدة وموضع آخر تكون فيه الإشارة صفراً (الأرض أو موجب الخط) أو (المجمع) المقلوب . إن التأثير على الإشارة يكون كما لو أن المقاومات قد تم توصيلها على التوازي مع مقاومة الحمل للمرحلة السابقة . في الدارات المبينة في الشكل ٢٨ (ب) و ٢٨ (جـ) ، نجد أن المقاومة بين القاعدة والمجمع والمقاومة بين الباعث والأرض تعملان على تأمين تغذية مرتدة سالبة للإشارة ، بحيث يتم تخفيض تضخيم الإشارة . ويمكننا أن نتغلب على هذه الحالة إذا أردنا ذلك باستخدام مكثفات نطاقية (أي قليلة المعاوقة لنطاق معين من الترددات) كما هو مبين في الشكل ٢٩ .

هل هذا الطراز من الدارة يعتبر هو دارة التضخيم الوحيدة ؟

كلا لا تعتبر هذه الدارة هي دارة التضخيم الوحيدة وإنما يمكن القول بأنها هي الدارة الأكثر استخداماً على نطاق واسع وتسمى بدارة الباعث المشتركة . تتميز دارة الباعث المشتركة بقيمة كسب فلطية عالية وبمقاومة دخل متوسطة وبمقاومة خرج عالية نوعاً ما (وتساوي ٥ كيلوأوم للدخل و ٥٠ كيلو أوم للخرج بالنسبة لمضخم سمعي صغير الإشارة) . إن دارات المجمع المشتركة أو توابع الباعث تحتوي



الشكل (٣٠)

الدارات الأخرى المستخدمة في التضخيم .

(أ) قاعدة مشتركة مستخدمة لمضخمات الترددات فوق العالية . (ب) مجمع مشترك (أو تابع باعث) ويستخدم لمطابقة المقاومة والعزل .

على كسب تيار ، بمقاومة دخل عالية ، تصل إلى ميغا أوم أو نحو ذلك ومقاومة خرج منخفضة (تقدر بـ ٥٠ أوم أو نحو ذلك) . ويبلغ كسب الفلطية التابع لها حوالي الواحد . وتتجلى الاستخدامات النموذجية لها بإدارة المعاوقات المنخفضة الناجمة عن مصدر إشارات عالي المعاوقة ، ولتضخيم التيار . تتميز دارات القاعدة المشتركة بكسب معاوقة بدون كسب تيار ، بمعاوقة منخفضة جداً عند الدخل (٥٠ أوم أو نحو ذلك) ومعاوقة عالية جداً (تصل إلى عدة مئات من الكيلو أوم) عند الخرج . أما الاستخدام الرئيسي لهذه الدارات في العصر الحالي فهو في التضخيم عند الترددات العالية جداً (٥٠٠ ميغاهرتز أو أكثر) ، طالما أن الترانزيستورات الموصولة في هذا النوع من الدارات سوف تقوم بالتضخيم والتذبذب عند ترددات أكبر بكثير مما هو ممكن في دارة الباعث المشتركة .

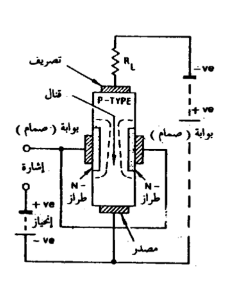
لماذا تحتوي بعض الترانزيستورات على أربعة أسلاك للتوصيل ؟

عندما يراد استخدام أحد الترانزيستورات لتضخيم الترددات العالية فإن السعة بين المجمع والقاعدة يمكن أن تكون مزعجة كثيراً ، حيث أنها تقوم بتغذية الإشارة بشكل عكسي من الخرج إلى الدخل ، فتؤدي إلى ضياع التضخيم عند بعض الترددات ، والذبذبة في حال موالفة الدخل والخرج على نفس التردد . يمكن تجنب الكثير من هذا بتأمين حجاب توصيل يشكل في الترانزيستور ويؤرض عن طريق سلك توصيل رابع . عندما يتم استخدام ترانزيستور من هذا النوع في دارة عالية التردد فإن أسلاك الحجب يجب أن تكون مؤرضة بحيث تكون قريبة من جسم الترانزيستور قدر الإمكان .

ماذا نعني بالرمز f.e.t ؟

إن أحرف F.E.T هي عبارة عن اختصار يقصد به « الترانزيستور الأحادي القطب » : وهذا الترانزيستور يعتبر واحداً من الطرازات الأولى للترانزيستورات المخترعة . إن توصيل الترانزيستورات الأحادية الأقطاب يعتمد على مبدأ أن عدد الموجات الناقلة للتيار القريبة من الموصل pn يعتمد على إنحياز الموصل ، بحيث أن المقاومة حول الموصل يمكن التحكم بها بتغيير الإنحياز على الموصل ، حتى ولو لم

يكن هناك أي تيار أو كان هناك تيار صغير جداً يجري عبر الموصل . تتم التماسات عند كل طرف لقضيب من مادة من النوع - p (على سبيل المثا ل) حيث يسمى أحد التماسات بالمنبع أو الباعث ويسمى الآخر بالمصرف أو المجمع . في منتصف القضيب (الذي يكون قصير جداً) يتم تشكل مناطق من النوع -n بحيث تتكون قناة ضيقة من النوع -p من خلال المادة التي من النوع -n . وبعدم وجود إنحياز على الموصل ، فإن المادة التي من النوع -p يمكنها أن تقوم بالتوصيل بحرية . وعندما تكون المناطق التي من النوع -n منحازة بشكل عكسي . فإن الحيز الموجود حول الموصل في المادة من النوع -p يكون خالياً من الموجات الحاملة ، بحيث تزداد المقاومة بين المنبع والمصرف إلى حد كبير . وبهذا الشكل ، يمكن لفلطية إشارة على الدارة الصمامية أن تتحكم بتيار مصرف — المنبع .



الشكل (٣١)

تتشكل مناطق من النوع — N على الجوانب المتقابلة لقضيب سليكون من النوع — P . ويطلق على هذه المناطق اسم الدارات الصمامية . وبين هذه الدارات الصمامية يوجد حيز يطلق عليه اسم القناة . يسمى طرفا القضيب بالمنبع والمصرف . وبوصل الدراتين الصمامتين بشكل خارجي وتطبيق فلطية بينهما وقيام المنبع بجعل الموصلات Pn تنحاز بالاتجاه المعاكس ، فإنه سيتم تشكل قناة إفراغ كما هو مبين بالتنقيط ، إن زيادة الفلطية تؤدي إلى توسيع طبقات الإفراغ وإنقاص العرض الفعال للقناة وزيادة المقاومة بين نهايتي القضيب ، المنبع والمصرف .

ما هي المزايا التي توجد في هذا النوع ؟

بما أن الدخل هو عبارة عن موصل منحاز بشكل عكسي فإن مقاومة الدخل تكون عالية ، وتبلغ ١٥٠ كيلو أوم على الأقل وفي الغالب أكثر من ذلك . تتراوح الناقلية التبادلية من ٢ إلى ٥ ميلي أمبير/فولط وتكون الضجة المضافة إلى الإشارة منخفضة جداً ، أقل من المعتاد بالنسبة للترانزيستور أحادي القطب . إن الخط البياني لتيار الخرج مقابل فلطية الدخل هو عبارة عن منحني للشكل المسمى بالقانون التربيعي ، وهذا يجعل موصل الترانزيستور الأحادي القطب مفيداً جداً كمازج في مضخمات الترددات اللاسلكية ، وبشكل خاص عند إمكانية الحصول على أشكال ذات دارات صمامية مزدوجة ، بحيث تكون إشارة الدخل عند إحدى الدارتين الصماميتين . وفلطية التحكم الأوتوماتيكي بالترددات أو إشارة المذبذب عند الدارة الصمامية الأخرى .

ما هي MOSFET ؟

إن كلمة MOSFET تعني الترانزيستور الأحادي القطب بنصف ناقل أكسيد المعدن وهذا عبارة عن شكل متطور لفكرة الترانزيستور الأحادي القطب الذي لا يستخدم فيه موصل للتحكم بالموجات الحاملة في قضيب نصف ناقل . وبدلاً من ذلك توجد شريحة نصف ناقلة ، إما من النوع n أو p تحتوي على مكثف مشكل عليها بحيث يكون النصف ناقل أحد الكترودات المكثف ، وطبقة رقيقة من أكسيد السليكون كمادة عازلة وطبقة رقيقة من المعدن ، توصيلة صمامية ، تشكل الصفيحة الأخرى . وعند تطبيق فلطية على المعدن فإن هناك شحنة تحفظ في المكثف ، بحيث تقوم فلطية موجبة على الدارة الصمامية على سبيل المثال بالاحتفاظ بشحنة سالبة ثابتة على النصف ناقل . وبالاحتفاظ بالشحنة بهذا الشكل ، يتم تغير ناقلية القضيب ، بحيث يمكن للفلطية مرة أخرى على الدارة الصمامية أن تتحكم بالتيار في النصف ناقل .

متى سيتم استخدام الترانزيستور MOSFET ؟

يتم استخدام هذا الترانزيستور بشكل خاص عند طلب معاوقة دخل عالية جداً

(تصل إلى عدة ملايين ميغا أوم) . وبما أن الدارة الصمامية تكون معزولة فإن تيار التسرب من خلالها يكون صغيراً جداً . ومرة أخرى فإن شكل الخط البياني لفلطية الدارة الصمامية – للتيار يجعل الترانزيستور MOSFETمناسباً جداً لمزج الإشارة ويتم استخدام أنواع دارات صمامية مزدوجة في معظم أجهزة توليف F.m الستيريو العالية الجودة على مرحلتين دخل لمضخم الترددات اللاسلكية والمازج .

أنابيب الأشعة الكاثودية :

ما هي أنبوبة الصورة وكيف تعمل ؟

إن أنبوبة الصورة أو أنبوبة الأشعة الكاثودية تستخدم لعرض الصورة في جهاز استقبال تلفزيوني . ويكون مبدأ عملها مماثل بشكل أساسي لعمل الصمام الترميوني المبين في السابق ، مع وجود كاثود (مهبط) مسخن بشكل غير مباشر يقوم بإطلاق الالكترونات التي يتم إنجذابها إلى الأنود (المصعد) الموجب . إن الأنود مصنوع على شكل اسطوانة بحيث تمر الالكترونات من خلاله وتصطدم بالشاشة عند نهاية الأنبوبة . أما الشاشة فإنها مطلية بطبقة من مادة ذات وميض فسفوري يتم توهجها عند اصطدام تيار الالكترونات بها . توجد الكترودات أخرى إضافية تقوم بتركيز الالكترونات المنبعثة من الكاثود في حزمة أشعة ضيقة ، ويمكن استخدام عدة انودات لتعجيل حزمة الأشعة .

ولتحقيق التسارع المطلوب يتم تطبيق فلطية e.h.t بقيمة تتراوح من ١٥ — ٢٠ كيلوفولط على الأنود الأخير . يتم إنحراف حزمة الأشعة وذلك لتتبع الصورة بواسطة ملفات مركبة حول عنق الأنبوبة : توجد أشكال موجات مناسبة مطبقة على الملفات تقوم بتكوين مجالات متغيرة ضمن الأنبوبة للتحكم بحركة حزمة الأشعة .

ملاحظة :

الشكل رقم (٢٨) سقط سهواً . يرجى ملاحظته في الصفحة رقم (٩٦) في نهاية الباب الرابع .

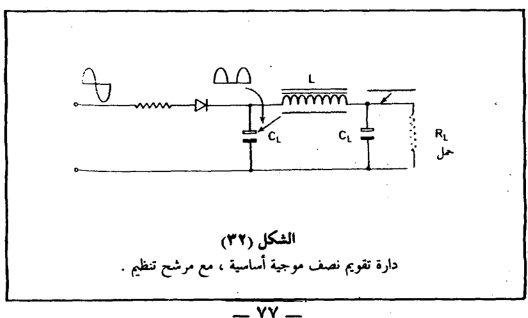
الفصل الرابع

الدارات الأساسية

الدارات الالكترونية لتقويم التيار :

ما هو التشغيل النصف موجي ؟

في الشكل ٣٢ يتم تطبيق الفلطية الرئيسية (ولتكن على سبيل المثال ٢٥٠ فولط تيار متناوب ، بتردد ٥٠ هرتز) على مصعد (أنود) الدايود V1 ، ويكون الحمل R_L في دارة مهبطية . وهذا يضع أمامنا فلطية موجبة تتراوح بشكل جيبي من الصفر إلى ٢٥٠ ومن ثم ترتد إلى الصفر على المصعد ، بالنسبة للمهبط ، مرة في كل نصف دورة . وأثناء النصف دورة السالبة لا يجري التيار . وتكون النتيجة أنه عبر الحمل ، أي عند مهبط الدايود V1 تظهر فلطية تيار مستمر تتغير بما يتناسب كما هو مبين في الشكل . إن هذا التيار المستمر النابضي يتم تنظيمه بواسطة دارة الترشيح C1, L, C2 لإنتاج فلطية عالية الجهد عبر الحمل R_L .



الشكل (٣٢)

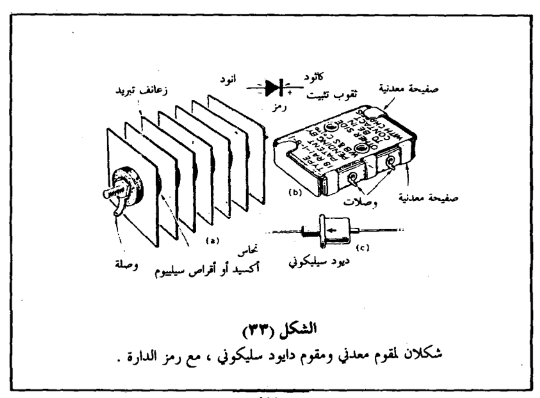
دارة تقويم نصف موجية أساسية ، مع مرشح تنظيم .

كيف يعمل المرشح ؟

إن المكثف الإحتياطي C1 (تحليلي كهربائي ، بقيمة مثالية تساوي ١٠٠ μF في جهاز استقبال تلفزيوني) ينشحن حتى الوصول إلى فلطية الذروة عندما يقوم الدايود V1 بعملية التوصيل والإتجاه نحو التفريغ من خلال الحمل عندما تتناقص الفلطية المطبقة . الملف الخانق L مركب بحيث تكون معاوقته القصوى عند تردد الدخل ويقوم مكثف التنظيم C2 (قيمته المثالية ٢٠٠ μF) بتأمين مجرى جانبي للتيار المتناوب المتبقي تاركاً الحمل بفلطية عالية الجهد غير متغيرة .

ما هي أنواع المقوم المستخدمة ؟

تستخدم المقومات المعدنية المشكلة بتوصيلات من معادن غير متشابهة على نطاق واسع . وهذه المقومات تتخذ شكلين رئيسيين كما هو مبين في الشكل ٣٣ (أ) و٣٣ (ب) . يتم الحصول على التبريد بواسطة أرياش معدنية تحتل مساحة كبيرة (أ) أو بتوصيل الجهاز ميكانيكياً مع هيكل أو جسم جهاز الاستقبال (ب) ، وهذا الأخير يطلق عليه اسم المقوم المبرد بالتلامس .

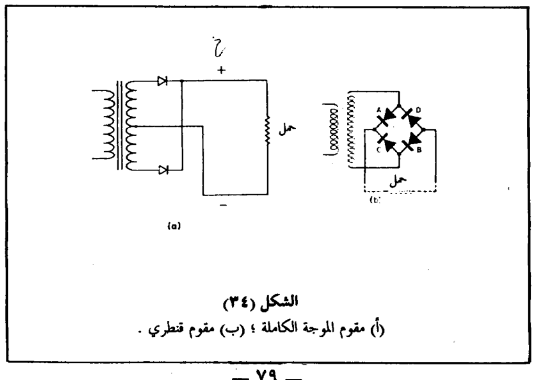


الشكل (٣٣)
شكلان لمقوم معدني ومقوم دايود سليكوني ، مع رمز الدارة .

تستخدم حالياً دايودات التقويم السليكونية في الغالب ، وتعتمد على مبدأ الدايود نصف الناقل كما هو مبين في الفصل الثالث ولكن مع السماح لتيارات كبيرة نسبياً بالمرور .

ما هو مقوم الموجة الكاملة ؟

إذا تم وصل دايودين بشكل يتم فيه تطبيق فلطية الدخل بشكل متناوب (أي لاطوري) على أنوديهما مع تقاسم الحمل لتيار الكاثود ، فإن النصف الضائع من موجة الدخل الجيبية يمكن إعادة كسبه . يوضح الشكل ٣٤ (أ) كيفية إجراء هذه العملية ، بتوصيل نهايات الملف الثانوي لمحول ، تتصل لفيفته الأولية بفلطية الدخل المتناوب بالأنودات ، مع أخذ نقطة التفرع المركزية للملف الثانوي إلى نقطة مشتركة (تعتبر أيضاً هي نقطة العودة للحمل) بحيث أنه في كل نصف من الملف الثانوي المتفرع من المركز تظهر أشكال موجة جيبية بشكل لاطوري . إن سعة التيار يتم تحسنها بذلك ويزداد متوسط الفلطية العالية الجهد وتصبح فلطية التموج المراد تنظيمها مساوية لـ ١٠٠ هرتز الآن حيث أن النبضات تصل إلى الكاثود مرتين لكل دورة من دخل التيار المتناوب . ويمكن الحصول على تنظيم أفضل كما أن ملفات المحول



الشكل (٣٤)

(أ) مقوم الموجة الكاملة ؛ (ب) مقوم قنطري .

(باستخدام مبدأ رفع الفلطية) يمكن ترتيبها لتطبيق فلطية أعلى على الأنودات حيث تلزم فلطية عالية الجهد بشكل أعلى .

ما هو المقوم القنطري ؟

إن أربعة دايودات متصلة كما هو مبين في الشكل ٣٤ (ب) وتتم تغذيتها بواسطة الملف الثانوي لمحول تقوم أيضاً بتأمين تقويم الموجة الكاملة .

وتكون عملية التشغيل على النحو التالي : عندما يكون الطرف العلوي من الملف الثانوي موجباً ، فإن الدايود A يقوم بعملية التوصيل ، ويجري التيار من خلال الملف الثانوي وعبر الدايود B والحمل . وعندما يكون الطرف السفلي من الملف الثانوي موجباً فإن الدايود C يقوم بالتوصيل ويجري التيار عبر الدايود C والحمل والدايود D والملف الثانوي . وبهذا يحدث تقويم الموجة الكاملة وكما أنه في أي لحظة يوجد فيها مقومان موصلان على التسلسل فإن القدرة الذروية المسموحة العظمى للمقومات الفردية تنقسم إلى النصف بمقارنتها مع دارة الموجة الكاملة السابقة . ويتم أيضاً تفادي الحاجة إلى ملف ثانوي لمحول متفرع من المركز .

كيف يتم تحقيق إقرار الفلطية ؟

باستخدام المقوم العادي (غير المستقر) ، عندما يزداد تيار الحمل فإن فلطية الدخل تنخفض ، بسبب عدة عوامل بما فيها المقاومات الأومية لملفات المحول ، والمقوم والسعة التخزينية الفعالة للمكثف الإحتياطي . إن المحافظة على ثبات فلطية الخرج بالنسبة لمجال واسع من متطلبات التيار يطلق عليها اسم الإقرار أو التوازن ، ومع دارات الترانزيستور التي تتضمن الاستعمال العام للتضخيم من النوع B ، يستخدم على نطاق واسع حتى في التجهيزات السمعية واللاسلكية المعتدلة . وبالإضافة إلى ذلك فإنه توجد بعض الاستخدامات التلفزيونية الخاصة .

ما هو أبسط شكل ؟

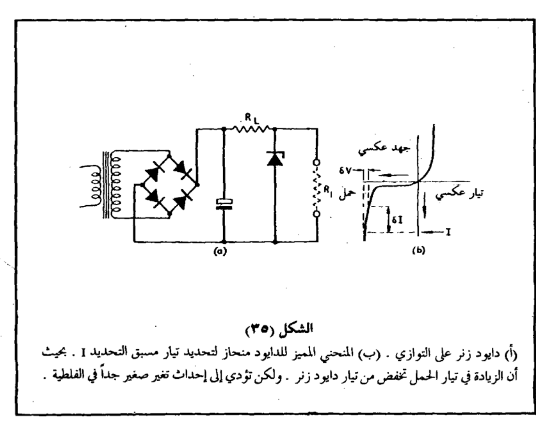
كما تم ذكره آنفاً . فإن دايود زنر يمكنه أن يقوم بعملية توازن (إقرار) مفيدة بسبب خاصية تمريره لتيار ثقيل عندما تتجاوز الفلطية المعاكسة الحد الحرج . وبتركيب دايود زنر على التفرع مع الحمل ، شريطة أن يكون التيار منخفضاً فإنه

يمكن الحصول على عملية توازن (إقرار) كافية في أغلب الأحيا ن . ويكون متصلاً كما هو مبين في الشكل ٣٥ بالشكل العكسي ، وتتم تغذيته عن طريق فلطية غير متوازنة من خلال مقاومة حمل R_L . يتم اختيار الدايود ليحتوي على فلطية إنهيار مساوية للفلطية المطلوبة ، ومن ثم يتم اختيار فلطية الدخل والمقاومة التسلسلية بحيث يتم وضع الإنحياز في منطقة الإنهيار وبتيار مسبق التحديد .

المضخمات

ما هي أنواع دارات التضخيم المستخدمة ؟

إن نوع دارة التضخيم المستخدمة يعتمد على مجال الترددات المراد تضخيمه وعلى مقدار القدرة اللازمة وعلى حجم دخل الإشارة . لقد تم توضيح المضخم الرئيسي في الفصل الثالث ، إلا أنه من أجل معظم الأغراض يجب أن تستخدم مراحل تضخيم متعددة وطريقة ما للتقارن (نقل الإشارات من مرحلة إلى أخرى) .



الشكل (٣٥)

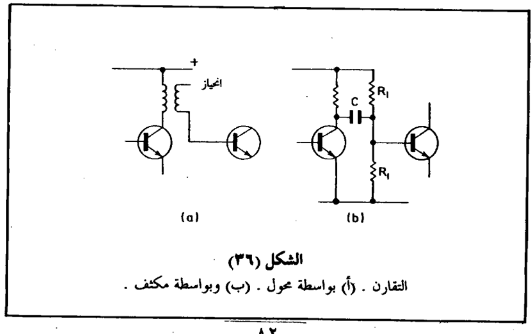
(أ) دايود زنر على التوازي . (ب) المنحني المميز للدايود منحاز لتحديد تيار مسبق التحديد I . بحيث أن الزيادة في تيار الحمل تخفض من تيار دايود زنر . ولكن تؤدي إلى إحداث تغير صغير جداً في الفلطية .

كيف يتم تقارن مراحل التضخيم ؟

إن الطرق الرئيسية للتقارن من أجل الدارات التلفزيونية واللاسلكية هي التقارن التبادلي أو التقارن بمحول (التي تستخدم الآن للترددات اللاسلكية فقط) والتقارن بمكثف . وعند استخدام التقارن التبادلي (بمحول) فإن اللفيفة الأولية للمحول تكون حمل أحد الترانزيستورات ويقوم الملف الثانوي بتغذية الإشارات إلى قاعدة المرحلة التالية . إن عدد اللفات على اللفيفة الأولية والثانوية يمكن اختياره بحيث تتم تغذية أكبر مقدار ممكن من قدرة الإشارات من مرحلة إلى المرحلة الأخرى . في استخدامه العادي للترددات اللاسلكية في مراحل الترددات الوسطى فإن المحول سيتم توليفه بواسطة مكثف على التوازي مع كل ملف . ومن النادر جداً أن يتم استخدام المحولات الآن في الدارات السمعية بسبب كبر حجمها وتكلفتها وبعض خصائصها غير المرغوبة .

ماذا عن التقارن بمكثف ؟

إن طريقة التقارن بمكثف يستخدم فيها كما هو واضح من التسمية مكثف لنقل الإشارة وعزل منسوب التيار المستمر لمرحلة واحدة عن الأخرى . يجب أن يتم استخدام مقاومة أو ملف محاثة كحمل مجمع للمرحلة التي تم أخذ الإشارة منها ،



الشكل (٣٦)

التقارن . (أ) بواسطة محول . (ب) وبواسطة مكثف .

وإن مستويات المقاومة المختلفة للخرج والدخل قد تعني بعض الضياع في قدرة الإشارة . وهذه تعتبر الآن ، بغض النظر عن التقارن المباشر ، هي الطريقة الوحيدة للتقارن الموجود في المراحل السمعية ، إلا أنها ليست مناسبة للترددات اللاسلكية .

ما هو المضخم من الفئة A ؟

عندما يتم إنحياز ترانزيستور أحادي بحيث يكون الخط البياني لفلطية الخرج مقابل فلطية الدخل عبارة عن خط مستقيم للإشارات المراد استخدامها ، فإن المضخم عندئذ يعمل في الفئة A . يمكن تحقيق مثل هذه الظروف بضمان عدم هبوط فلطية المجمع وعدم قطع تيار القاعدة . في مرحلة حقيقية للفئة A يكون التيار الثابت الذي يجري في الترانزيستور هو نفسه سواءً أكان يوجد دخل للإشارة أو لا يوجد .

ما هو المضخم من الفئة B ؟

في دارة من الفئة B يكون الإنحياز مرتباً بحيث يقوم الترانزيستور بالتوصيل فقط لنصف إشارة الدخل . وأما بالنسبة للنصف الآخر فإن الترانزيستور ينقطع ويجب أن يتم تأمين المتبقي من الدخل بواسطة ترانزيستور آخر يشتغل على النصف الآخر من الإشارة أو بتذبذب دارة مولفة . إن التيار الذي يجري بدون إشارة يكون صفراً أو بقيمة صغيرة ويزداد معدل التيار بشكل كبير عندما يتم تطبيق إشارة .

ما هو المضخم من الفئة C ؟

في مضخم من الفئة C يتم ترتيب الإنحياز بحيث يجري التيار لأقل من نصف زمن موجة الإشارة . ويمكن إستخدام هذا الترتيب فقط عندما يتم استخدام دارة مولفة كحمل ، وعندما توجد في مضخمات القدرة في أجهزة الإرسال لأنها تستطيع أن تتدبر مقادير كبيرة من خرج القدرة مع ضياع نسبة قليلة جداً من القدرة في الترانزيستور . لم تعد الدارات التي من الفئة C شائعة الآن بسبب أن طرق التعديل الحديثة تتطلب خطية أكبر في مضخمات الخرج .

ما هو مضخم القدرة ؟

يقوم مكبر الصوت بتحويل القدرة الكهربائية إلى قدرة صوتية ويجب أن يتم

إمداده عن طريق دارة تضخيم يمكنها أن تؤمن القدرة الكهربائية ، مما يعني بأن مستويات الفلطية والتيار للإشارة يجب أن تكون أكبر مما هي عليه عند مدخل المضخم . وبما أن الفلطيات والتيارات المستخدمة يجب أن تطبق أيضاً على الترانزيستور أو الترانزيستورات فإن بعض القدرة يتم استخدامها في الترانزيستور فتؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة الترانزيستور . إن هذا الارتفاع في درجة الحرارة سوف يعطل الترانزيستور ما لم توجد بعض الوسائل من أجل تبريده ، وفي العادة تستخدم بالوعات حرارة مزعنفة من أجل تصريف الحرارة في ترانزيستورات القدرة .

ما هو نوع دارات خرج القدرة المستخدمة للترددات اللاسلكية ؟

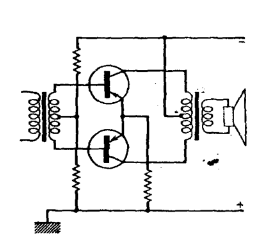
يمكن استخدام الدارات من الفئة A ، بحيث يمرر الترانزيستور مقداراً كبيراً وثابتاً من التيار وهذه الدارات نجدها في العديد من التصاميم لأجهزة الاستقبال التلفزيونية . في هذا النوع من الدارات يتم التقارن من ترانزيستور القدرة إلى مكبر الصوت عن طريق محول . أما الدارات التي من الفئة B والتي تستخدم التقارن بمكثف فهي أكثر شيوعاً وتكون دائماً من النوع الدفعي والجذبي .

ما هو المضخم الدفعي والجذبي ؟

في المضخم الدفعي والجذبي يتم تقاسم دخل الإشارة بين ترانزيستورين مزودين بمخرج مشترك إلى مكبر الصوت . إن الطريقة المستخدمة في الأصل كانت تتجلى بتقارن كل من الدخل والخرج بواسطة محولات منفصلة كما في الشكل ٣٧ . ولقد خرج كل من المحولين والدارات التي من النوع A من دائرة التفضيل والدارة الشائعة حالياً هي الدارة الدفعية الجذبية الأحادية الطرف التي تعمل في الفئة B .

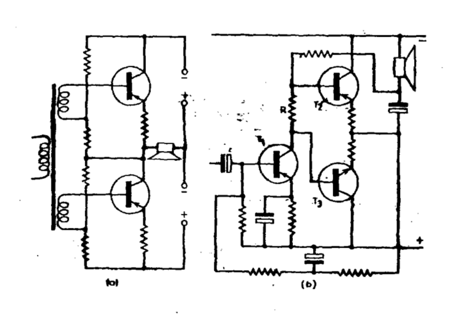
ما هي دارة الترانزيستور الدفعية الجذبية الأحادية الطرف ؟

إن هذه الدارة تستغني عن محول الخرج ، وتستخدم مكبر الصوت (وفي بعض الأحيان يلزم أن يكون من النوع العالي المعاوقة) كحمل . يطبق دخل دفعي جذبي على الترانزيستورات كما هو مبين في الشكل ٤٠ (أ) . الترانزيستوران موصلان على التسلسل من أجل تيار مستمر ، وعلى التوازي من أجل تيارات الإشارة . في الدارة المبينة يتصل مكبر الصوت بنقطة التفرع المركزية للبطاريات ، إلا أن هناك شكلاً



الشكل (٣٧)

المرحلة الدفعية الجذبية بمدخل ومخرج للمحول ، والتي نادراً ما تستخدم في الوقت الحاضر .



الشكل (٣٨)

(أ) مرحلة أحادية الطرف لمدخل محول . (ب) مرحلة خرج تماثل متمم .

مغايراً يستخدم بطارية واحدة يأخذ مكبر الصوت إلى خط موجب عن طريق مكثف مانع . ولموازنة شبكة إنحياز القاعدة ضد تأثيرات التغيرات في الفلطية ودرجة الحرارة فإنه تستخدم في بعض الأحيان ثرميستورات أو دايودات خاصة في الشبكة الإنحيازية .

كيف تعمل دارة التماثل المتممة ؟

يوضح الشكل ٤٠ (ب) دارة تماثل متممة نموذجية نجد فيها T1 تمثل ترانزيستور الإدارة و T2 وT3 تمثلان ترانزيستورات الخرج . إن T2 هي عبارة عن ترانزيستور من النوع pnp و T3 ترانزيستور من النوع npn . إن إشارة الدخل السالبة تجعل T2 ينحاز للأمام فتجعله يقوم بعملية التوصيل . كما أن الاشارة الموجبة تجعل T3 ينحاز للأمام ، وهذه الظروف مماثلة للدارة الدفعية الجذبية الأحادية الطرف ولكن بدون الحاجة إلى مدخل دفعي جذبي . عندما يقوم أحد الترانزيستورات بالتوصيل فإن الآخر ينقطع عن ذلك . وهكذا تكون الدارة بكاملها بلا محول .

إن خصائص زوج مخرج pnp و npn تحتاج إلى مواءمة ومن هنا تأتي تسمية التماثل المتمم . إن استبدال المقاومة R بنوع خاص من الدايود تجعل المرحلة مستقرة ضد تأثيرات الهبوط في فلطية البطارية (والتي عند هبوطها إلى حد معين يمكنها أن تؤدي إلى زيادة حدوث شكل من أشكال التشوه يسمى بتشوه التحويل الاختلال التزامن ، أي أنه يتم تشوه النقطة الكائنة بين تشغيل الترانزيستورين) . لنلاحظ دارة التغذية المرتدة السالبة الكلية من الخرج إلى قاعدة T1 .

لماذا يتم استخدام هذه الدارات في أغلب الأحيان ؟

إن عملية التشغيل من الفئة B . وهي الطريقة التي انتهينا من مناقشتها لتونا والتي تم بيانها بشكل مفصل في الفصل الثالث تتميز ببعض الخصائص على الفئة A . فهي لا تلح في الطلب كثيراً على المنبع عندما تكون الإشارة ضعيفة وتعمل بكفاية عالية نوعاً ما تحت كافة ظروف قدرة الدخل . إن الكفايات التي تصل نسبتها إلى ٧٥٪ لا تعتبر غير عادية . ونظراً لهذه الكفاية الكهربائية العالية والمصرف الصغير

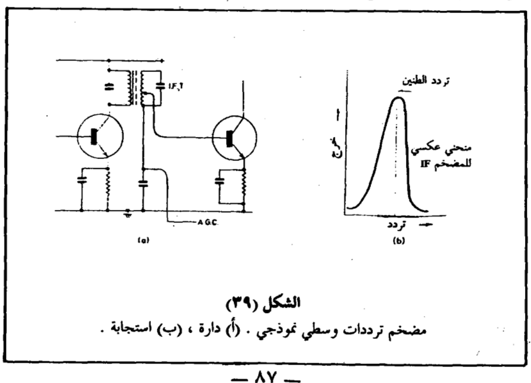
للتيار فإن الجهاز يعتبر مناسباً بشكل كبير لأجهزة الراديو الصغيرة المحمولة حيث تعتبر مسألة الحفاظ على البطاريات من العوامل الهامة .

ما هو الشيء الخاص المتعلق بمضخم الترددات اللاسلكية ؟

حيث أن عناصر حمل الدخل والخرج في المضخمات التي تم بحثها حتى الآن كانت مقاومة وبالتالي غير مدركة للتردد فإن المضخمات المستخدمة للترددات اللاسلكية تستخدم بشكل عام الدارات المولفة عند المدخل والمخرج للحصول على الكفاية القصوى . يوضح الشكل ٣٩ (أ) دارة مضخم ترددات وسطى نموذجية (مراجعة الفصل الخامس أيضاً) بحمل قاعدة مكون من الملف الثانوي لمحول وحمل المجمع وهو الملف الابتدائي لمحول آخر . وبهذا الشكل يتم الحصول على المعاوقة القصوى عند تردد الرنين (انظر الفصل الأول) مع تحويل الطاقة القصوى من مرحلة إلى الأخرى عند التردد الموالف .

ما هي المشاكل الخاصة المتعلقة بمضخم الترددات اللاسلكية ؟

إن التفاعل المتبادل العفوي بين المخرج والمدخل يصعب تفاديه كثيراً . عند الترددات اللاسلكية حتى أنه بالنسبة للسعة الشاردة الصغيرة جداً بين سلكين نجد



الشكل (٣٩)

مضخم ترددات وسطي نموذجي . (أ) دارة ، (ب) استجابة .

أن لها ممانعة منخفضة . يجب أن تكون الترانزيستورات مصممة بشكل خاص لتعمل بترددات عالية جداً ، ويجب أن تكون الدارات مركبة بحيث أن أسلاك التوصيل الناقلة لتيارات عالية التردد تكون قصيرة قدر الإمكان . إن تخفيض التقارن (تقصير الترددات العالية إلى الأرض) يستخدم في كافة أسلاك الإمداد بالقدرة لمنع الترددات اللاسلكية من الرجوع عبر هذه الأسلاك .

ما هو الغرض من وجود المكثف عبر المقاومة الإنحيازية ؟

يقوم المكثف بتخفيض تقارن الدارة الإنحيازية بإمرار تيارات متناوبة لضمان فلطية إنحياز ثابتة ، بشكل مستقل عن التغيرات في التردد . على سبيل المثال ، إذا كانت المقاومة الإنحيازية تساوي ١,٥ K ، وتعطي فلطية إنحيازية مقدارها ١,٥ فولط لتيار إجمالي قيمته ١ ميلي أمبير تيار مستمراً وكانت قيمة مكثف تخفيض التقارن تساوي ١٠٠٠ PF (٠,٠٠١ μF) فإن مفاعلة المكثف بالنسبة للتردد الأوسط النموذجي البالغ ٣٥ ميغاهرتز ستساوي حوالي ٩ أوم . وبذلك يتم تأمين مسار سهل لإشارات التيار المتناوب ولا تصاب الفلطية الإنحيازية بالضعف .

لماذا يتم استخدام المكثفات التحليلية الكهربائية من أجل تخفيض التقارن في الدارات السمعية ؟

نظراً لأن الترددات المراد إمرارها تكون منخفضة إلى حد كبير فإن السعة يجب أن تكون أعلى نسبياً لتحقيق مسار مشابه سهل آخر من أجل التيارات المتناوبة . وهكذا في الدارات السمعية على سبيل المثال . في الشكل ٢٩ (ب) قد يلزم وجود مكثف إنحيازي تتراوح سعته من ٢٥٠ إلى ٥٠٠ ميكروفاراد وبالنسبة لقيمة كبيرة كهذه فإن المكثفات التحليلية الكهربائية تعتبر هي الأسهل في التصنيع .

هل هذا هو السبب أيضاً في وجود المكثفات التحليلية الكهربائية في وضعيات التقارن بين المراحل في دارات الترانزيستور ؟

إن قيمة مكثف التقارن تعتمد على استجابة التردد في المضخم . وعندما يزداد تردد الإشارة فإنه ستكون هناك نقطة يتم فيها إنخفاض كسب المضخم وذلك لأن مقاوقة مكثف التقارن المتصل على التوالي تزداد . ويمكن القول بأنه سيكون هناك

هبوطاً بمقدار ٣ ديسبل (٣٠٪) في الكسب عند التردد عندما تصبح مفاعلة المكثف مساوية للمقاومة الإجمالية المتصلة على التسلسل معه .

ما الذي تشتمل عليه هذه المقاومة ؟

تشتمل مقاومة حمل المرحلة السابقة ومقاومة دخل المرحلة التالية . توجد عوامل عديدة لأخذها بعين الإعتبار . وبالرجوع إلى الدارات البسيطة في الشكل ٢٨ وتحليل هذه الدارات ، فإننا نلاحظ بأن المقاومات الإنحيازية في القاعدة R1 و R2 تكون متصلة على التوازي بشكل فعال مع بعضها ومع مقاومة دخل الترانزيستور .

هل هذا يستلزم بأن تكون الأقطاب الموجبة والسالبة في منبع القدرة بنفس الجهد الكهربائي بالنسبة للتيار المتناوب ؟

نعم على وجه الضبط . ومرة ثانية يتوجب علينا أن نلاحظ تأثير المكثف التحليلي الكهربائي العالي القيمة ، الذي هو جزء من دارة التنظيم والتحضير . والذي يعمل كدارة تواز للتيار المتناوب عبر منبع القدرة .

ما هي الأنواع الأخرى الموجودة للمضخم ؟

إن البحث في تشكل أنصاف النواقل قد أدى إلى ظهور وسيلة صغيرة جداً ومغلفة بالكامل ومستقرة — وهي الدارة التكاملية (i.c) . فعلى قطعة صغيرة يتم تشكل دارة كاملة بواسطة شوائب مضبوطة . إن الترانزيستورات والمقاومات والملفات المحاثة جميعها يتم تشكلها في قطعة صلبة من السليكون ، بحيث أن قطعة تحتوي على عشرة توصيلات سلكية قد تشتمل على دزينة من الترانزيستورات وعلى ضعف هذا العدد من الأجزاء المكونة .

ما هي الميزة الخاصة للدارة التكاملية ؟

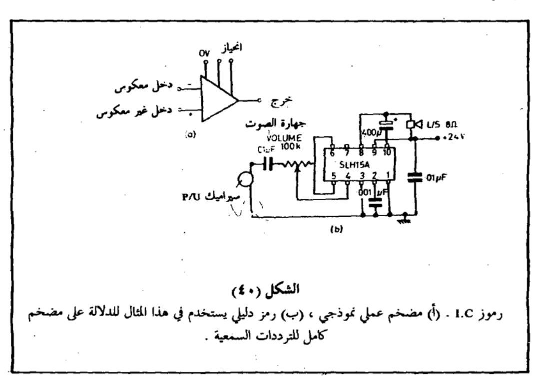
تتميز الدارة التكاملية بإستقرار كبير وبكسب عال وبرخص ثمنها بسبب طرق الإنتاج بالجملة المستخدمة بالإضافة إلى صغر الحجم وسهولة الاستبدال . يمكن للدارات التكاملية أن تحل محل جميع مجموعات الدارات الكهربائية الموجودة في وسائل التوليف وفي المضخمات .

هل يرمز للدارة التكاملية (i.c) برمز خاص ؟

إن المضخم العملي (مضخم عالي الكسب) يستخدم رمزاً بشكل رأس سهم ، حيث يؤخذ الخرج من الطرف المدبب ويؤخذ الدخل نحو الطرف المستوي . أما أنواع الدارة التكاملية الأخرى فإنه يتم تمثيلها على مخطط الدارة الكهربائية بواسطة مستطيل تكون التوصيلات فيه مرقمة . إن الدارة أو وظيفة الدارة التكاملية يمكن أن تتحدد على جانب مخطط الدارة الرئيسية .

كيف يتم استخدام الدارات التكاملية في أجهزة الراديو ؟

في أبسط شكل للراديو الجيبية الصغيرة يمكن لدارة تكاملية (ic) واحدة أن تحل محل كامل القطع الفعالة التي تحتويها راديو مضمنة السعة ، بحيث لا يلزم سوى ملف التوليف والمكثف وأداة التحكم بالصوت ومكبر الصوت وبضعة مكثفات مثبتة ومقاومات للراديو . بالنسبة للدارات الأكثر دقة يمكن الآن تزويد كامل قسم المضخم السمعي بدارة تكاملية واحدة مع تزويد جهاز فك رموز مجسم والدارات المميزة بدارة تكاملية أخرى ثم أخيراً تزويد مضخمات الترددات الوسطى بدارة تكاملية ثالثة .



الشكل (٤٠)

رموز I.C . (أ) مضخم عملي نموذجي ، (ب) رمز دليلي يستخدم في هذا المثال للدلالة على مضخم كامل للترددات السمعية .

لماذا يلزم إضافة القطع المكونة الأخرى ؟

إننا لانستطيع أن نكون ملفات محاثة على شكل دارة تكاملية ، ولا حتى المكثفات الكبيرة ، ولا أية قطعة أخرى يجب أن تكون قيمتها دقيقة أو متغيرة . بحيث أن قطع الموالفة وقطع االانحياز يجب أن تضاف دائماً . إن استخدام مرشحات الترانس قد أدى إلى تخفيض حجم قطع توليف الترددات الوسطى إلى حد كبير وتوجد إمكانية استخدام طرازات خاصة للتوليف (مرشحات موجات سطحية) من أجل الدارات التكاملية التي ما تزال تتطور منذ زمن الكتابة .

كيف يتم استخدام الدارات التكاملية في أجهزة الاستقبال التلفزيونية ؟

تستخدم بشكل رئيسي في تحضير الإشارات . بغض النظر عن بعض استخدامات الترددات الوسطى . في أجهزة الاستقبال التي تعتمد على نظام الأسود/والأبيض يمكن جمع المفرق التزامني ومولدات الدارات الموقتة في دارة تكاملية واحدة مع العلم بأن مراحل خرج القاعدة الزمنية ما تزال تحتاج إلى ترانزيستورات قدرة . إن القسم السمعي الكامل يمكن احتواؤه في نوع واحد من الدارة التكاملية ، وتوجد هناك دارة أخرى متوفرة على شكل دارة تكاملية تحتوي على مضخم للترددات الوسطى للصوت أثناء الموالفة في نفس الدارة التكاملية . أما أجهزة الاستقبال الملونة فإنها تستخدم الدارات التكاملية في عمليات فك الرموز بالإضافة إلى العمليات المشتركة في كلا نوعي أجهزة الاستقبال التلفزيونية .

مولدات الذبذبة :

ما هو مولد الذبذبة ؟

يمكن لدارة مولفة أن يتم ترتيبها بحيث تقوم بنقل الطاقة بشكل فعال عند قيمة تردد معينة متعلقة بقيم التحريضية والسعة المستخدمتين . إذا استعملنا دارة مولفة في مضخم ما كحمل ، وقمنا بترتيبها بحيث تتم إعادة بعض الخرج إلى الدخل في الطور المناسب فإن الدارة سوف تقوم بتأمين دخلها الخاص بها ، وتكون بذلك عبارة عن مولد للذبذبة . يجب أن يكون طور الإشارة المرتدة موجباً ، وهذا يعني بأن التغير في فلطية المجمع ستتم إعادة تغذيته إلى القاعدة بحيث يحدث تغيراً أكبر في فلطية

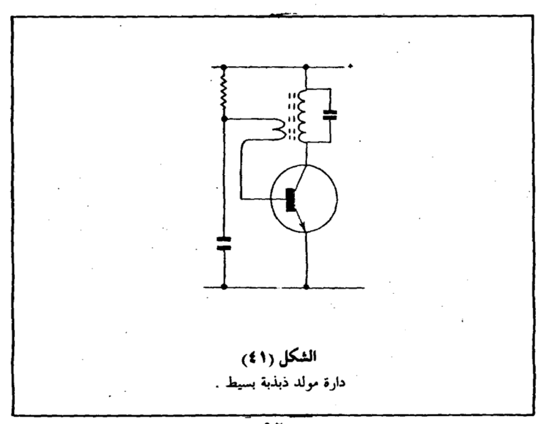
المجمع . إن متسع ذبذبة الخرج يتكون خلال بضعة دورات إلى أن تصبح محدودة إما بواسطة فلطية المنبع أو بواسطة التغير في تضخيم الترانزيستور (وهو أقل بالنسبة للإشارات الكبيرة مما هو عليه في الإشارات الصغيرة) . يتم الحصول على أنقى شكل موجي جيبي عندما تكون التغذية المرتدة كافية للمحافظة على استمرارية التذبذب .

ما هو مولد الذبذبة هارتلي ؟

يتم إنتاج التغذية المرتدة بواسطة التقارن الحثي ، عن طريق ملف ذي نقط تفرع كما في الدارة الأساسية للشكل ٤١ . أما في الشكل ٤٢ (أ) فإننا نجد شكلاً آخر من أشكال مولد الذبذبة المولف المغذى على التفرع .

ما هو مولد الذبذبة كولبتس (Colpitts) ؟

يتم إنتاج التغذية المرتدة بواسطة التقارن السعوي كما هو مبين في الدارة المبينة في الشكل ٤٢ (ب) ، إن أنواع الدارة المختلفة تعتمد على هذا الأسلوب البسيط ويستخدم التصميم على نطاق واسع في أجهزة استقبال البث .

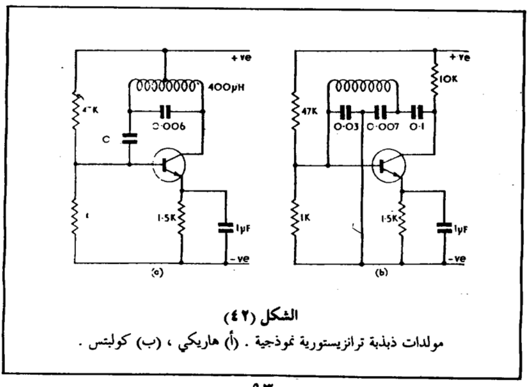


الشكل (٤١)
دارة مولد ذبذبة بسيط .

هل تستخدم هذه الدارات في التردد العالي جداً والتردد فوق العالي ؟

في الترددات التي تصل إلى ١٠٠ ميغاهرتز فأكثر يستخدم طراز مولد ذبذبة معروف يعتمد على حقيقة أن فلطية المجمع لترانزيستور معين يدار عند الباعث (دارة قاعدة مشتركة) تكون متفقة في الطور مع الدخل . إن أي تغذية مرتدة بين المجمع والباعث سوف تحافظ بذلك على التذبذب في دارة تحتوي على أجزاء الموالفة . وفي الترددات الأعلى يتم التخلي عن ملفات المحاثة والمكثفات التقليدية المعروفة ويتم استخدام خطوط مولفة أو تجاويف مع دارات القاعدة المشتركة .

لقد ظهرت عدة دارات خاصة متطورة استفادت من خصائص أنصاف النواقل . وإن وصف مثل هذه الدارات لا يتسع له حجم هذا الكتيب الصغير . وإنما يكفي أن نعطي لمحة موجزة عن مثل هذه الدارات . عند الطرف العلوي من المقياس ، باستخدام الأجهزة السليكونية المستوية ، لدينا مولدات ذبذبة الأمواج الدقيقة تعمل عند عدة جيغاهرتز (حيث أن ١ جيغاهرتز = ١٠٠٠ ميغاهرتز) باستخدام التجويف المولف ومبدأ قطع الخط متحد المركز . وفي الترددات المنخفضة تخضع أنصاف النواقل للتحكم البلوري بالتردد ، حيث يلزم ترددات ثابتة .



الشكل (٤٢)

مولدات ذبذبة ترانزيستورية نموذجية . (أ) هاريكي ، (ب) كولبتس .

ما هي مبادىء التحكم البلوري بالتردد ؟

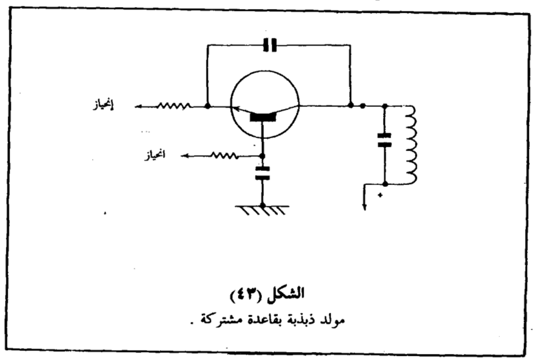
إن البلورات ، التي هي من الكوارتز ، يتم قطعها لترن عند ترددات معينة ، وهي دقيقة للغاية . وإن بناء أو تكوين دارة حول هذه البلورات تمكن المصمم من المحافظة على تردد ذبذبة ثابت ومستقر . وهذا يعود سببه إلى أن تردد الرنين يتم تحديده بواسطة الخصائص الاهتزازية الطبيعية للبلورة المحرَّضة . تسمح البلورة بالتغذية المرتدة فقط عند تردد الرنين الخاص بها .

هل تكون هذه الدارات محدودة أو مقصورة على تردد معين ؟

إن الطرق المألوفة لاستخدام مولدات الذبذبة البلورية تكمن باسلوب مضاعفة التردد . إن ترددات الرنين الأساسية للبلورات لا تكون جديرة بالاعتماد عليها كثيراً عندما تزيد على ٢٠ ميغاهرتز . في حال إمكانية تغذية الخرج عن طريق مولد الذبذبة الأصلي إلى شبكة لا خطية مضبوطة وإختيار تردد توافقي بعد ذلك فإن هذا يمكن المصمم من صنع مولد ذبذبة بخرج مضاعف عن الخرج الأساسي .

كيف يعمل مذبذب التراخي المتعدد التوافقيات ؟

إن مذبذب التراخي المتعدد التوافقيات هو عبارة عن مولد ذبذبة نموذجي غير



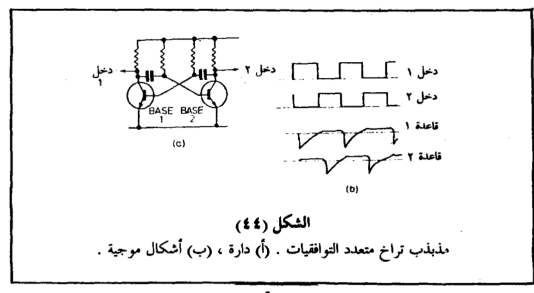
الشكل (٤٣)

مولد ذبذبة بقاعدة مشتركة .

موالف ويعطي شكل موجي لا يكون على نمط موجه جيبية وإنما قريباً من شكل موجة مربعة المقطع . يوضح الشكل ٤٤ دارة مذبذب تراخ متعدد التوافقيات وهذه الدارة تتكون من مرحلتي مضخم متقارنتين R — C حيث يكون خرجاهما متقارنين بشكل متصالب بحيث يقوم كل منهما بإدارة الآخر . وبسبب التقارن المتصالب ، تكون الدارة غير مستقرة عندما يقوم كل من الترانزيستورين بعملية التوصيل ، وبذلك يصرف كل ترانزيستور معظم وقته إما مستقراً أو مقطوعاً . إن قيم R و C تؤثر على معدل التكرار (التردد) وعلى عرض الموجة .

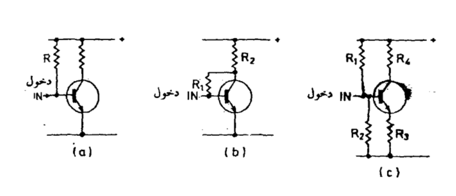
هل توجد دارة خاصة للقواعد الزمنية ؟

إن القاعدة الزمنية ، حسب استخدامها للتلفزيون ، تتطلب موجة على شكل سن المنشار . وهذا يمكن الحصول عليه عن طريق خرج موجة مربع المقطع في مذبذب تراخ متعدد التوافقيات إما باستخدام الموجة المربعة المقطع لشحن وتفريغ مكثف من خلال مقاومة ، فينتج لدينا موجة أشرية الفلطية ، أو بتطبيق الموجة الأشرية على ملف محاثة نحصل على موجة تيار أشرية . تستخدم الطريقة الأولى لقواعد المجال الزمنية ، طالما أن ملفات المجال المنخفضة التأثيرية (التحريضية) التي تعمل عند تردد منخفض ، من الأفضل أن تتم تغذيتها عن طريق مرحلة خرج سمعية عادية تغذى بسن منشار فلطية . أما الطريقة الثانية فإنها تستخدم من أجل ملفات الخط ، والتي تتم تغذيتها عن طريق محول خط بتحريضية عالية نوعاً ما عن تردد عال .



الشكل (٤٤)

مذبذب تراخ متعدد التوافقيات . (أ) دارة ، (ب) أشكال موجية .



الشكل (٢٨)

الانحياز . (أ) الطريقة الأبسط التي نادراً ما تستخدم ، (ب) مقاومة بتغذية مرتدة أحادية ، (جـ) طريقة الثلاث مقاومات .

الفصل الخامس

كيفية عمل المستقبل اللاسلكي

ما الذي نعنيه بعبارة « مستقبل » ؟

إن كلمة مستقبل تعني جهازاً يقوم بالتقاط الموجات الكهرمغناطيسية التي يرسلها جهاز إرسال ، ثم يضخم هذه الموجات ويكتشفها بحيث يتم سماعها وتضخيمها إلى حد الاستماع الطبيعي .

إن هذا الجواب يستلزم طرح عدد آخر من الأسئلة : توجد أجهزة استقبال بلورية بسيطة لا تقوم بالتضخيم بالأسلوب الذي بنياه سابقاً حول التضخيم ، وتوجد أجهزة ثوليف بعضها دقيق جداً وقوي جداً يقوم خلال المشهد الحالي بمعالجة إشارة التردد اللاسلكي ويكتشفها ثم يقوم بعد ذلك بتزويد إشارة سمعية للتسجيل أو بعملية تضخيم لاحقة بواسطة أجهزة دقيقة في استعادة الأصل الصوتي .

كيف يتم التقاط التردد اللاسلكي ؟

إن وجود هوائي مولف حسب نطاق الترددات المراد استقبالها يظهر الإشارة ويطبقها على مراحل تضخيم حساسة وهذه تكون مولفة بشكل دقيق . لقد تم توضيح بعض التفصيلات عن الهوائيات وطرق تشغيلها في الفصل الثاني .

ما هو مستقبل t.r.f ؟

إن الأحر ف t.r.f تمثل عبارة التردد اللاسلكي الموالف وتصف الطريقة التي يتم بها تناول ومعالجة الإشارة . إن المراحل المتعاقبة ، الموالفة على الإشارة الواردة ، تعمل على تضخيمها ثم الكشف عنها لإصدار إشارة سمعية ، ثم تضخيمها حسب مستوى الإصغاء .

ما هي الطريقة البديلة المتوفرة ؟

إن جهاز الاستقبال الهترودايني فوق السمعي الذي سوف نبحث فيه بالتفصيل فيما بعد . يستخدم على نطاق واسع . إلا أن كليهما يعتمدان على الدارة الموالفة بشكل دقيق .

كيف تتم موالفة هذه الدارات ؟

يتم ذلك بطريقتين رئيسيتين ، وذلك بتأمين تحريضية ثابتة (ملف ملفوف بعدد معين من اللفات) . مجتمعة مع سعة متغيرة ، أو بجعل السعة ثابتة والتحريضية متغيرة ، وهذا عادة بواسطة قلب معدني نقالي يخترق القلب ويغير التحريضية . عندما يتم استخدام عدة دارات فإنها يمكن أن توالف بنفس الوقت . وهذا يطلق عليه اسم التوصيل أو التقارن الجماعي .

هل تتم موالفة هذه الدارات دائماً على تردد معين ؟

كلا لا يتم ذلك دائماً . قد يكون من المرغوب فيه أن تتم الإحاطة بنطاق من الترددات ومن ثم يتم استخدام دارات الإمرار النطاقي .

ما هي دارة الإمرار النطاقي ؟

إن هذه الدارة هي عبارة نوع معين من الدارات ذات منحني استجابة/ ترددية مستوي أو موسع كما هو مبين في الشكل ٤٥ (أ) . كلما كانت Q أفضل في الدارة وكان التخميد أقل بواسطة الثوابت الأخرى ، كانت الذروة أكثر حدة . إلا أنه في الممارسة العملية لا تطلب الاستجابة القصوى لذبذبة معينة بهذا الشكل . من الأمور ذات الأهمية القصوى أن يقوم المضخم بمعالجة نطاق من الترددات .

عندما يتم تقارن دارتين أو أكثر ، فإن التفاعل بينهما يميل نحو عدم موالفتهما من الرنين . إن تغيير مقدار التقارن يعطي استجابة إمرار نطاقي كما هو مبين في الشكل ٤٥ (ب) .

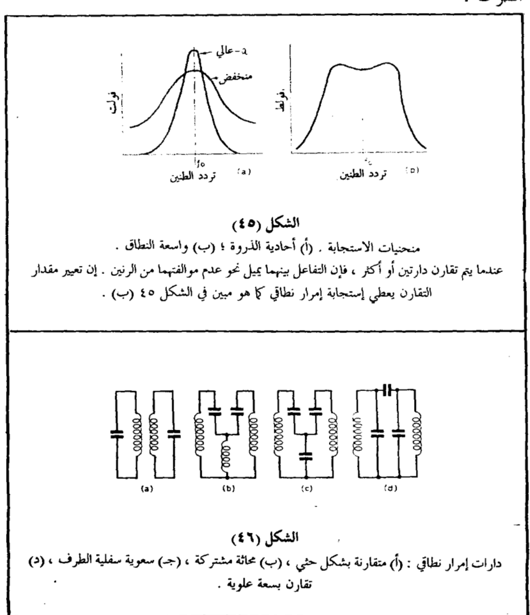
هل توجد طرق أخرى لتسوية الاستجابة ؟

توجد طريقة واحدة شائعة ، وخاصة في الدارات الموالفة في جهاز الاستقبال

التلفزيوني ، وذلك بتخميد الدارة الموالفة بوصل مقاومة عبرها .

ما هي أنواع دارات الإمرار النطاقي المستخدمة ؟

الدارات الأساسية الأربع مبينة في الشكل ٤٦ . ففي الشكل (أ) نجد دارة متقارنة بشكل حثي بسيطة سوف تمر معنا مرة أخرى عند الحديث عن جهاز الاستقبال الهترودايني فوق السمعي . وفي (ب) نجد التقارن بمحاثة مشتركة . وفي (جـ) يستخدم التقارن السعوي السفلي الطرف . أما في (د) فنجد تقارن سعوي علوي الطرف .



الشكل (٤٥)

منحنيات الاستجابة . (أ) أحادية الذروة ؛ (ب) واسعة النطاق .

عندما يتم تقارن دارتين أو أكثر ، فإن التفاعل بينهما يميل نحو عدم موالفتهما من الرنين . إن تعيير مقدار التقارن يعطي إستجابة إمرار نطاقي كما هو مبين في الشكل ٤٥ (ب) .

الشكل (٤٦)

دارات إمرار نطاقي : (أ) متقارنة بشكل حثي ، (ب) محاثة مشتركة ، (جـ) سعوية سفلية الطرف ، (د) تقارن بسعة علوية .

ما هي مساوىء جهاز الاستقبال ذي التردد اللاسلكي المؤالف ؟

إن تزايد عدد المحطات التي تتقاسم نطاقات البث بشكل كبير ، بالرغم من الأنظمة الدولية التي تحدد ذلك بعرض نطاق ترددي قيمته ٩ كيلوهرتز لكل منها ، يجعل أو يستلزم ضرورة استخدام أربع دارات موالفة أو أكثر بشكل تعاقبي . بترتيب إمرار نطاقي معين لتأمين الاستجابة لذبذبة معينة كافية لمنع التداخل والتشويش من الإشارات المجاورة . وهذا يؤدي إلى حدوث مشاكل تتعلق بعدم الاستقرار بسبب التغذية المرتدة للإشارة المضخمة إلى مراحل الدخل .

ما هو الحل ؟

الحل هو تحديد عدد الدارات الموالفة على التردد الوارد . وبمزج الإشارة الواردة مع أخرى تشكل دائماً مقداراً متساوياً مزاحاً من تردد الموجة الحاملة ، ومن ثم إختيار التردد الناتج وتضخيمه بواسطة دارات موالفة ثابتة فإنه يتم تحقيق تقدم كبير في الاختيارية . وهذه هي طريقة المستقبل الهتروديني (بالفعل المتغاير) فوق السمعي .

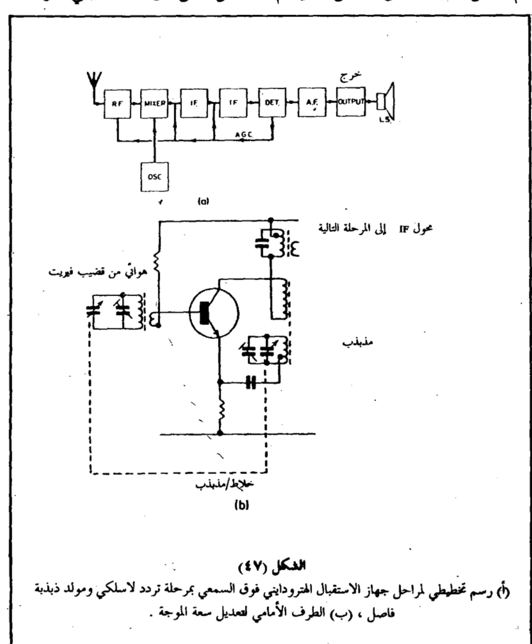
ما هي الميزات الخاصة لجهاز الاستقبال الهتروديني فوق السمعي ؟

لتحقيق النظام الذي تم بيانه آنفاً ، من الضروري أن يتوفر مولد ذبذبة موضعي ، ومضخمات تردد أوسط ومرحلة مازج . وهذه هي الميزات الخاصة لأجهزة الاستقبال الهترودانية فوق السمعية ، مع العلم بأن أول اثنين يمكن جمعهما في مرحلة واحدة . يوضح الشكل ٤٧ (أ) الرسم التخطيطي لمراحل جهاز الاستقبال الهتروديني (وفي الممارسة العملية قد لا يتم تأمين تضخيم الترددات اللاسلكية وإنما قد تستخدم فقط مرحلة ترددات وسطى) .

كيف يتم الحصول على التردد الأوسط ؟

يوضح الشكل ٤٧ الطرف الأمامي لجهاز استقبال لاسلكي ترانزيستور نموذجي من أجل استقبال أمواج متوسطة الطول . يتم تقارن الإشارة الصادرة عن هوائي على شكل قضيب من الفريت إلى مضخم ترددات لاسلكية الذي يعتبر أيضاً جزءاً من دارة مولد الذبذبة . ويعمل الترانزيستور كمضخم باعث مشترك من أجل إشارة

الترددات اللاسلكية وكمولد ذبذبة بقاعدة مشتركة أيضاً . وهنا لا يوجد تناقض وذلك لأن الإشارتين تكونان بترددات مختلفة . إن الإنحياز الحاصل بسبب التذبذب يجعل فعل الترانزيستور غير خطي ويحدث مزج الإشارات بحيث أن الخرج يتضمن أربعة إشارات : التردد اللاسلكي للدخل f_1 ، وتردد مولد الذبذبة f_2 ، ومجموع الاثنين $f_1 + f_2$ والفرق بينهما $f_2 - f_1$ أو $(f_2 - f_1)$. إن التردد الفرقي والتردد الكلي يتم تعديل كليهما بنفس الشكل الذي يتم به تعديل دخل التردد اللاسلكي ، ويمكننا



الشكل (٤٧)

(أ) رسم تخطيطي لمراحل جهاز الاستقبال المترودايني فوق السمعي بمرحلة تردد لاسلكي ومولد ذبذبة فاصل ، (ب) الطرف الأمامي لتعديل سعة الموجة .

أن نختار بسهولة احدهما ، طالما أن تردداتهما عن طريق التردد اللاسلكي أو ترددات مولد الذبذبة . إن التردد الفرقي هو التردد الذي يتم إختياره عادة واستخدامه كتردد أوسط .

ما هي الترددات الحقيقية المستخدمة ؟

إن إختيار التردد الأوسط يعتمد على عدد من العوامل ، بما فيها النسبة بين تردد الموجة الحاملة الواردة وترددات مولد الذبذبة على مدى النطاق الكلي الذي تكون فيه الموالفة مطلوبة ، والبارمترات الخاصة بالمراحل الموالفة الثابتة . إن التردد الأوسط النموذجي لجهاز استقبال بالبث اللاسلكي يساوي ٤٧٠ كيلوهرتز . وبذلك تتم موالفة مولد الذبذبة المحلي ليعطي هذا التردد الفرقي . على سبيل المثال ، إذا كان تردد الموجة الحاملة الواردة يساوي ١,٥ ميغاهرتز (١٥٠٠ كيلوهرتز) فإن مولد الذبذبة يعمل عند تردد ١٥٠٠ + ٤٧٠ = ١٩٧٠ كيلوهرتز ، أو أن ١,٩٧ ميغاهرتز تعطي إشارة بتردد ٤٧٠ كيلوهرتز عندما يتم إمتزاج إشارات الـ ١,٥ ميغاهرتز و١,٩٧ ميغاهرتز أي أن ١٩٧٠ — ١٥٠٠ = ٤٧٠ كيلوهرتز . لنلاحظ على أية حال ، أنه بما أن التردد الأوسط هو الفرق بين تردد مولد الذبذبة وتردد الإشارة ، فإن إشارة عند تردد ٢٤٤٠ كيلوهرتز (تردد صورة الإشارة) سوف تعطي أيضاً إن وجدت خرجاً بمعدل ٤٧٠ كيلوهرتز مع ١٩٧٠ كيلوهرتز لمولد الذبذبة المحلي (٢٤٤٠ — ١٩٧٠ = ٤٧٠ كيلوهرتز) . ولذلك يجب أن تكون دارات الإمرار النطاقي للدخل مختارة بشكل كاف للتمييز بمقابل تردد صورة الإشارة هذه .

إن التردد الأوسط النموذجي لجهاز استقبال الترددات العالية جداً يساوي ١٠,٧ ميغاهرتز وبالنسبة لجهاز استقبال تلفزيوني يساوي ٣٥ ميغاهرتز .

ما هو مرشح الترانس Trans Filter ؟

إن مرشح الترانس يحل محل محول ترددات وسطي أو محل عدة محولات ، وهو أصغر حجماً ويمكن أن يحتوي على عرض نطاق ترددي مضبوط بشكل أكثر دقة . إن مرشح الترانس هو عبارة عن جهاز صوتي وكهربائي (يعمل بإشارات كهربائية وصوتية) وهو في الأساس عبارة عن بلورة يمكنها أن تحول إشارات الترددات الوسطى

إلى إشارات صوتية (ولكن عند معدل التردد الأوسط ، ولذلك تكون وراء نطاق مجال السمع) وتعيدها مرة أخرى . عند المدخل ، يتم تحويل إشارة التردد الأوسط إلى موجات صوتية تجعل البلورة ترف عندما تصل إلى التردد المضبوط الخاص بها . وفي الطرف الآخر من البلورة يتم تحويل الموجات الصوتية مرة أخرى إلى إشارات كهربائية بترددات وسطى ، والتي يكون لها الآن عرض نطاق ترددي سيتم توقعه بعد أن تكون قد مرت عبر عدة محولات ترددات وسطى من النوع التقليدي المعروف . يمكن استخدام محول واحد بمضخم غير موالف لتشكيل مرحلة تردد أوسط ، وهذا النوع من الاستخدام نجده عادة عند استخدام الدارات التكاملية لمضخمات الترددات الوسطى .

ما هو جهاز الاستقبال الهتروداييني فوق السمعي المزدوج ؟

في بعض الحالات قد يكون من المرغوب فيه أن يتم تخفيض التردد المراد تضخيمه عن طريق الموجة الحاملة العالية التردد إلى قيمة عالية نسبياً للتردد الأوسط ، ومن ثم تغيير هذا مرة أخرى بعد تضخيم معين إلى التردد الأوسط القياسي .

لماذا يكون تردد مولد الذبذبة أعلى من تردد الموجة الحاملة ؟

هذه هي الطريقة العملية المعتادة وذلك لتخفيض أثر التداخل (أو التشويش) من قبل قناة ثانية . إن تردد صورة الإشارة يتم فصله عن الموجة الحاملة للإشارة المطلوبة بمقدار ضعف التردد الأوسط . وبموالفة مولد الذبذبة على معدل عال فإن تردد صورة الإشارة سيكون فوق الإشارة المطلوبة وبما أن الإستجابة لذبذبة معينة تكون أكبر في الترددات المنخفضة فإنه سيكون من السهل أن نكبتها .

كيف تتم الموالفة المستمرة ؟

لإبقاء مولد الذبذبة بنفس الطور مع الإشارة الواردة بحيث يتم الحصو ل على تردد فرقي ثابت ، فإنه يجب أن يتم الإعداد للتغير في النسبة بين الاثنين على مدى المجال الموالف . عندما يكون جهاز الاستقبال مخصصاً فقط لموالفة حزمة موجية واحدة ، أو ربما يحتوي على حزمة موجية متوسطة وحزمة موجية طويلة . وتكون المحطة الهامة الوحيدة على الحزمة الأخيرة وهي الراديو رقم ٢ لهيئة الإذاعة البريطانية

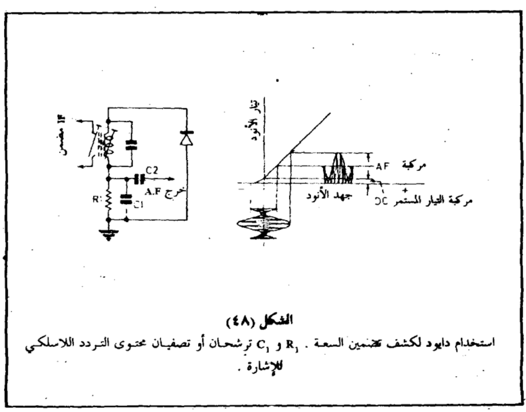
BBC على ١٥٠٠ متر (٢٠٠ كيلوهرتز) ، فإنه من الممكن الاستمرار بنفس الطور بتشكيل أرياش قسم مولد الذبذبة للمكثف الجماعي .

وفي معظم الأحيان يتم التغلب على مشكلة الموالفة الآنية هذه بواسطة مكثفات متغيرة وثابتة تعرف باسم مكثفات التهذيب والتوهين .

ما هي مكثفات التهذيب والتوهين ؟

كما هو مبين في الشكل ٤٨ ، فإننا نجد أن هناك مكثفات صغيرة متغيرة متصلة عبر مكثفات موالفة جماعية وهذه تسمى بمكثفات التهذيب . ويكون أكبر أثر لهذه المكثفات عند التأرجح الأدنى لسعة مكثف الموالفة ، وبذلك يتأثر طرف التردد العالي من نطاق الموالفة .

يتصل على التسلسل مع ملف مولد الذبذبة المولف مكثف متغير آخر يسمى بـ Padder . وهذا يكون له أكبر الأثر عندما تكون الأرياش متعشقة بالكامل ، أي عند سعة قصوى وبذلك تكون عند طرف التردد المنخفض من النطاق .



الشكل (٤٨)

استخدام دايود لكشف تضمين السعة . R_1 و C_1 ترشحان أو تصفيان محتوى التردد اللاسلكي للإشارة .

وبتغيير كلا المكثفين ، فإن نسبة مولد الذبذبة إلى الدخل يمكن إبقاؤها ثابتة نوعاً ما ، مع العلم بأنها تكون دقيقة عند ثلاث نقاط فقط على مدى النطاق الكامل . عندما يتم استخدام دارات متعددة النطاقات فإنه يتم استخدام مكثفات تهذيب ومكثفات Padders . منفصلة لكل نطاق . بالنسبة لأجهزة الاستقبال البسيطة يتكون قسم الحزمة الموجية في أغلب الأحيان من مكثفات تشغيل إضافية من نوع Padders فقط في الدارة .

ما هي الشروط الخاصة بمرحلة مضخم الترددات الوسطى ؟

بما أن مرحلة التردد الأوسط تقوم بمعالجة مجال محدود فقط من الترددات ، فإن التصميم يمكن أن يتحسن ليعطي أقصى حد للتضخيم بدون أوضاع اللااستقرار أو الحالات اللاخطية التي تزيد في التشوه . يمكن التحكم بكسب المرحلة بواسطة أشكال إنحياز مختلفة والسعات الشاردة في الدارة ، إلخ التي يتم تعويضها بسهولة كبيرة . إن التعيير المسبق التحديد يسمح أيضاً بتحديد شكل منحني الاستجابة حسب المطلوب ضمن حدود محكمة تقريباً .

هل تختلف مرحلة التردد الأوسط ذات التردد العالي جداً ؟

نظراً للتحكم الوثيق بأوضاع التشغيل التي تم ذكرها آنفاً ، فإنه من الممكن أن يتم إختيار نطاق ترددات محدد بشكل جيد في خرج مرحلة التردد الأوسط . ويمكن استخدام نفس المرحلة ، مع تغير طفيف جداً لولا وجود محول إضافي موالف على التردد الأوسط يستخدم لاستقبال الترددات العالية جداً ، لتضخيم التردد الأوسط الأعلى المستخدم في استقبال .f.m عند التردد العالي جداً . يتصل المحولان للتردد الأوسط على التسلسل . بما أن الترددات المتناولة من قبل كل محول يتم فصلها بشكل كبير فإنه من الممكن أيضاً أن يتم تركيب ملفين في صفيحة مدرعة مشتركة للمحافظة على شكل التصميم الموجز .

ما هو التعادل ؟

إنه عبارة عن مقدار معين (مضبوط) من التغذية المرتدة للإشارة للتعويض عن التغذية المرتدة الموجودة أصلاً في بعض أنواع الترانزيستورات . وهذا يتم تأمينه

بواسطة التقارن السعوي بين دارات الدخل والخرج أو بواسطة توحيد الإتجاه ، والذي يتكون من مقاومة ومكثف موصولين على التسلسل من المدخل إلى المخرج .

نادراً ما تدعو الحاجة إلى التعادل بعد ظهور الترانزيستورات المتطورة الحديثة جداً .

كيف يعمل مستخلص الذبذبة المضمنة ؟

للكشف عن إشارة مضمنة السعة سيكون من الضروري فقط العمل على تقويمها وتنقية محتوى التردد اللاسلكي وتأمين التردد السمعي المتغير الناتج إلى مضخمات التردد السمعي اللاحق .

على الرغم من وجود طرق عديدة لتنفيذ ذلك . إلا أن الإتجاه العام في العصر الحالي يتجلى في استخدام دايود واحد لإزالة تضمين سعة الموجة . يوضح الشكل ٤٨ عمل الدايود كمستخلص للذبذبة المضمنة .

ما هي أنواع مستخلص الذبذبة المضمنة المستخدمة في أجهزة الاستقبال المضمنة التردد ؟

بما أن الإشارة المضمنة التردد تكون ثابتة من جهة سعة الذبذبة (يتم الرجوع أيضاً فيما بعد إلى الدارة المحدّة) . فإن عملية التقويم لا تكون قادرة على إنتاج الإشارة السمعية المطلوبة . ويجب أن يتم إيجاد بعض الوسائل للاستجابة للتغير في التردد . توجد طريقتان رئيسيتان للكشف : المكشاف النسبي ومميز فوستر — سيلي .

كيف يعمل المكشاف النسبي ؟

في الدارة المبينة في الشكل ٤٩ (أ) نجد أن الملف الثانوي في محول التردد الأوسط متفرع في المركز ، وأن هناك ملفاً L مقترناً مع الملف الأولي إلا أنه ليس موالفاً . يتصل دايودان على التسلسل عبر التفريعات الخارجية للملف الثانوي ، حيث يتم تقاسم الحمل C1, R1 . لنعتبر بأن الإشارة تتأرجح حول تردد مركزي . وعند هذا التردد المركزي ، الذي عليه يتم توليف محول التردد الأوسط ، تظهر فلطيات متساوية ومتعاكسة عند أطراف الملف الثانوي . بعد ذلك تقوم الدايودات بالتوصيل

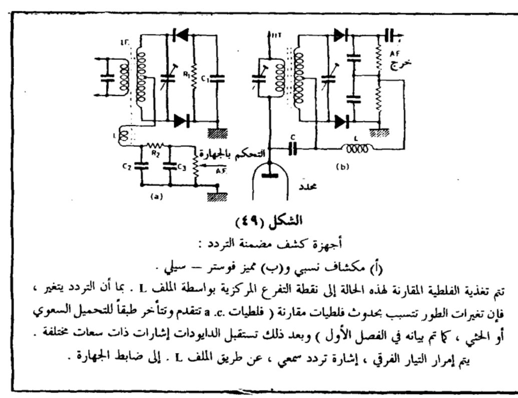
بالتساوي ، ويجري تيار ثابت من خلال R1 . ولذلك فإن الفلطية عبر C1 تكون ثابتة .

تتم تغذية الفلطية المقارنة لهذه الحالة إلى نقطة التفرع المركزية بواسطة الملف L .

بما أن التردد يتغير ، فإن تغيرات الطور تتسبب بحدوث فلطيات مقارنة (فلطيان a.c تتقدم وتتأخر طبقاً للتحميل السعوي أو الحثي ، كما تم بيانه في الفصل الأول) وبعد ذلك تستقبل الدايودات إشارات ذات سعات مختلفة . يتم إمرار التيار الفرقي ، إشارة تردد سمعي ، عن طريق الملف L .

ما هو الغرض من وجود دارة المرشح ؟

إن C2 يقوم بإمرار مركب التردد العالي في الإشارة التي قد تبقى بسبب بعض الخلل الطفيف في التوازن في الدارة . إن R2 وC3 يشكلان مرشحاً لخفض الذروة في الاستقبال الصوتي . حيث يتم تصحيح زيادة التردد العالي الحاد بإعطاء إشارة عند المرسل للتغلب على الضياعات في الجهاز .



الشكل (٤٩)

أجهزة كشف مضمنة التردد :

(أ) مكشاف نسبي و(ب) مميز فوستر — سيلي .

تتم تغذية الفلطية المقارنة لهذه الحالة إلى نقطة التفرع المركزية بواسطة الملف L . بما أن التردد يتغير ، فإن تغيرات الطور تتسبب بحدوث فلطيات مقارنة (فلطيات a .c. تتقدم وتتأخر طبقاً للتحميل السعوي أو الحثي ، كما تم بيانه في الفصل الأول) وبعد ذلك تستقبل الدايودات إشارات ذات سعات مختلفة . يتم إمرار التيار الفرقي ، إشارة تردد سمعي ، عن طريق الملف L . إلى ضابط الجهارة .

ما هي ميزة المكشاف النسبي ؟

إن الميزة الرئيسية تكمن في أن عملية الكشف يمكن أن تتم بواسطة زوج من الدايودات ، حيث تستثنى الحاجة إلى استخدام مرحلة المحدد ، ولهذا انتشر استخدامه على نطاق شبكة أوسع . إن إجراء تغييرات طفيفة في سعة الذبذبة بسبب ثابت الزمن القصير التابع لـ RC1, RC) حوالي ٠,١ ثانية) لها تأثير طفيف على الفلطية عبر الشبكة . وهكذا فإن التشويش (التداخل) الدفعي ، الذي يتكون بشكل رئيسي من تغيرات طفيفة في السعة لا يتدخل مع الإشارات الضعيفة . ولهذا السبب فإن مراحل الكسب العالي لا تكون لازمة لتحسين نسبة الإشارة إلى الضجيج .

ما هي المساوىء ؟

إن توازن الدارة يجب أن تتم المحافظة عليه لتخفيض الضجيج والتشوه . يجب أن تتضمن مراحل التردد الأوسط استجابة تردد عريضة كافية ، وإن محاذاة هذه المراحل يعتبر أكثر أهمية للاحتفاظ بعرض النطاق الترددي . ولهذا السبب يفضل بعض المصممين استخدام مميز فوستر — سيلي .

ما هو مميز فوستر — سيلي ؟

إن الدارة المبينة في الشكل ٤٩ (ب) مماثلة من عدة نواحي . وتعمل أيضاً بمقارنة الطور ، إلا أن الدايودات بدلاً من أن تكون متصلة على التسلسل فإنها تكون متراصة . وهكذا فإن فلطيات الإشارة في كل نصف من الملف الثانوي المتفرع في المركز تكون دائماً متساوية . إن فلطية الإشارة الناتجة عبر الملف الابتدائي تتم تغذيتها إلى الملف الخانق L بواسطة المكثف C وتضاف إلى هذه الفلطيات . إن علاقات الطور بين الفلطيات الثلاث تختلف عندما تنحرف إشارة التردد الأوسط . ويصبح الناتج عبارة عن إشارة سمعية عبر مخرج المميز .

لماذا يعتبر وجود المحدد ضرورياً ؟

إن التغير في سعة الذبذبة لإشارة التردد الأوسط سوف يتم إمراره إلى الملف L وسوف يحدث اضطراباً في علاقة الطور ، مما يؤدي إلى إحداث ضجيج . إن وجود مرحلة قبل المميز يعتبر ضرورياً للحد من هذه التغيرات ، وفي بعض الأحيان تستخدم أكثر من مرحلة واحدة للتحديد

كيف يعمل المحدد ؟

يتم تشغيل مرحلة مضخم التردد الأوسط بفلطية مجمع منخفضة يتم الحصول عليها باستخدام مقاومة ممنوعة التقارن كبيرة على التسلسل مع حمل الدارة الموالفة . ويكون التيار أيضاً منخفضاً . وبهذا الشكل سوف تقوم إشارة دخل صغيرة بجعل المجمع بتردد بين فلطية السفلية وبين الفلطية المنخفضة المحددة من قبل المقاومة .

هل هذا لا يؤدي إلى تشويه الإشارة ؟

يتم تشوه الإشارة بالنسبة لسعة الذبذبة فيها ، إلا أن المميز يستجيب للتغييرات المرغوبة في التردد والتي لا تتغير بأي شكل .

ما هي ميزة هذا النظام ؟

إن موازنة المميز بسيطة . وإن إستجابة التردد على الرغم من ضرورتها ، إلا أنها لا تكون هامة إلى هذا الحد .

ما هي المساوىء ؟

من الناحية العملية يلزم وجود مرحلة إضافية . إن الإشارات الضعيفة التي تصل إلى المحدد سوف لن تكون خاضعة للقطع وبالتالي يمكنها أن تحدث ضجيجاً . وللتغلب على هذا الوضع ، فإنه من الضروري في الغالب أن يتم إدخال مضخمات عالية الكسب إضافية مع تحسين عملية التحكم الأوتوماتيكي بالكسب .

ما هو جهاز التحكم الأوتوماتيكي بالكسب ؟

إن التحكم الأوتوماتيكي بالكسب أو التحكم الأوتوماتيكي بالفلطية هو عبارة عن طريق لتغذية إنحياز متناسب مع مستوى الإشارة الواردة بالنسبة للمراحل المبكرة من جهاز الاستقبال . وهكذا نجد بأن الإشارة القوية الواردة تتسبب بفلطية إنحياز قوية تقوم بتخفيض كسب المراحل المتحكم بها ، يتم الرجوع إلى الرسم التخطيطي لجهاز الاستقبال الهترودايني فوق السمعي المبين في الشكل ٤٧ (أ) .

يتم تقويم جزء من إشارة التردد الأوسط والتيار المستمر المتغير الناتج المطبق ،

عن طريق الترشيح ومنع التقارن لمنع التغذية المرتدة لمكون التردد اللاسلكي الإشارة ، بالنسبة لدارات قاعدة المضخمات المتقدمة . قد يعمل دايود الكاشف كمزيل للتضمين وكمقوم للتحكم الأوتوماتيكي بالكسب . في أجهزة الاستقبال البسيطة يتم التحكم بمرحلة التردد الأوسط والمازج . وفي الأجهزة الأكثر دقة ، قد يتم إدخال أجهزة التحكم عند نقاط مختلفة مع الإعاقة الاستفادة التامة من الكسب المبكر عندما تكون الإشارات ضعيفة .

كيف يتم تحقيق الإعاقة (التأخر) ؟

توجد طريقة واحدة وذلك بجعل مقوم التحكم الأوتوماتيكي بالكسب ينحاز بالنسبة لمكشاف الإشارة ، بإعادة الطرف السفلي لمقاومة حمل مكشاف الإشارة إلى نقطة أكثر إيجابية . يوجد شكل ملائم للدارة يتجلى بعودة مقاومة الحمل إلى تفريعه موجودة على مقياس فرق الجهد الإنحيازي للكاثود في صمام متعدد الالكترودات . بعدئذ يحتاج مقوم التحكم الأوتوماتيكي بالكسب إلى إشارة كبيرة بشكل كاف للتغلب على الفلطية الموجبة (التي هي في الواقع عبارة عن إنحياز سلبي) قبل أن يقوم بعملية التوصيل .

وبالتناوب ، يمكن تطبيق فلطية موجبة على كاثود مقوم التحكم الأوتوماتيكي بالكسب عن طريق تفريعه على مقياس فرق الجهد عبر خط الجهد العالي ، فنحصل مرة أخرى على إنحياز يجب أن يتم التغلب عليه قبل إمكانية حدوث عملية التحكم الأوتوماتيكي بالكسب . وهذا يعتبر شائعاً في الدارات التلفزيونية . يمكن فرض تأخيرات أو إعاقات أخرى بواسطة شبكات مقاومات تخفض فلطية التحكم الأوتوماتيكي بالكسب إلى مراحل مبكرة . وبكلمات أخرى يمكن القول بأن ثابت الزمن في الدارة يزداد .

ما هو جهاز التحكم الأوتوماتيكي بالتردد ؟

يستخدم التحكم الأوتوماتيكي بالتردد (a.f.c) لمنع إنحراف موالفة المحطة المختارة بسبب التغيرات في تردد مولد الذبذبة المحلي ، وباستخدام هذا التحكم الأوتوماتيكي بالتردد تتم المحافظة على موالفة المحطة المختارة أوتوماتيكياً . وعندما تتم موالفة المحطة

بشكل صحيح فإن خرج التيار المستمر عند المكشاف سيكون أعظمياً عندما يتم تقويم الموجة الحاملة (كما في مكشاف تضمين السعة ، يمكن إجراء ترتيبات مماثلة لأجهزة كشف تضمين الذبذبة) .

يستخدم خرج التيار المستمر هذا لموالفة مولد الذبذبة فوق جزء من مجاله باستخدام دايود Vareiaf (انظر الفصل الخامس أيضاً) الذي تتغير سعته بتغير فلطية الإنحياز المطبقة عليه . يعتبر التحكم الأوتوماتيكي بالتردد أساسياً عند استخدام التوليف المحول ، كما هو الحال بالنسبة لمعظم أجهزة الاستقبال التلفزيوني الملونة .

ماذا يتبع عملية الكشف ؟

بعد الكشف عن الموجة الحاملة المضمنة أو إشارة التردد الأوسط تبقى إشارة سمعية . وهذه يمكن تغذيتها فوراً إلى محول طاقة ، مثل سماعة الأذن ويوجد مئخذ مركب على أجهزة الاستقبال الترانزيستورية لهذا الغرض .

إلا أن القدرة المتوفرة عند هذه النقطة لا تكون كافية للاستماع المنزلي العادي وتكون عملية تضخيم الإشارة السمعية ضرورية .

وهذا يمكن أن يأخذ شكل مرحلة خرج قدرة أحادية ، كما في بعض مجموعات الصمامات الرخيصة ، التي نجدها في أغلب الأحيان ، التي تشتمل على مرحلة أو عدة مراحل تضخيم للفلطية قبل مرحلة خرج القدرة التي تدير مكبر الصوت .

لقد أعطيت بعض التفاصيل عن مراحل التضخيم هذه سابقاً (في الفصل الثالث) . ويبقى أن نصف بعض دارات التحكم بالطنين والحالة الخاصة بدارات الخرج الترانزيستورية .

كيف يتم التحكم بالطنين ؟

إن أبسط نوع للتحكم بالطنين ، والذي غالباً ما نجده في أجهزة الاستقبال المنزلية ، هو عبارة عن دارة تواز لانتقاء الترددات عبر مخرج مرحلة تضخيم ترددات سمعية . وهذه قد تتكون من مكثف موصول على التسلسل مع مقاومة متغيرة . ويتم إختيار القيم لتعطي تدريجياً بإمرار الترددات العالية . إن زيادة مقدار المقاومة في الدارة

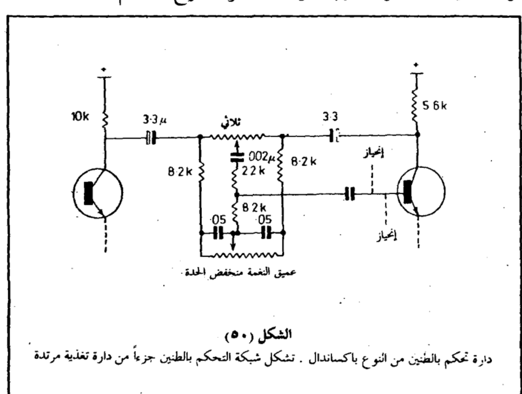
يقلل من الأثر والعكس صحيح . وبمعنى آخر يمكن القول بأنه كلما ازداد تردد الإشارة فإن مفاعلة المكثف الثابت تنخفض ، فتسمح للمزيد من الإشارة بالمرور من دارات الحمل .

هل توجد طريقة أكثر شمولاً ؟

توجد أشكال مختلفة عديدة لأجهزة التحكم بالطنين . ويعتمد معظمها على نظام باكساندال المجرب ، الذي يعطي مقتطعات جهيرة (منخفضة الحدة عميقة النغمة) وثلاثية الأضعاف والتعزيز . يوضح الشكل ٥٠ أحد الأشكال حيث تستخدم التغذية المرتدة للتعويض الثلاثي وتعويض الجهير ، حيث يتم إختيار قيم المكونات بحيث يتم الحصول على إستجابة مستوى لكل من نوعي التحكم في وضعية الوسط .

ما الذي تعنية التغذية المرتدة السالبة ؟

إن التغذية المرتدة لجزء من خرج المضخم إلى دخله في الطور المضاد لإشارة الدخل . إن التغذية المرتدة السالبة تخفض الكسب إلا أنها تؤدي إلى إنخفاض في التشوه وتحسين إستجابة التردد . إنها تغير أيضاً معاوقة خرج المضخم .



الشكل (٥٠)

دارة تحكم بالطنين من النوع باكساندال . تشكل شبكة التحكم بالطنين جزءاً من دارة تغذية مرتدة

كيف يتم نقل أو إرسال إشارات الستريو ؟

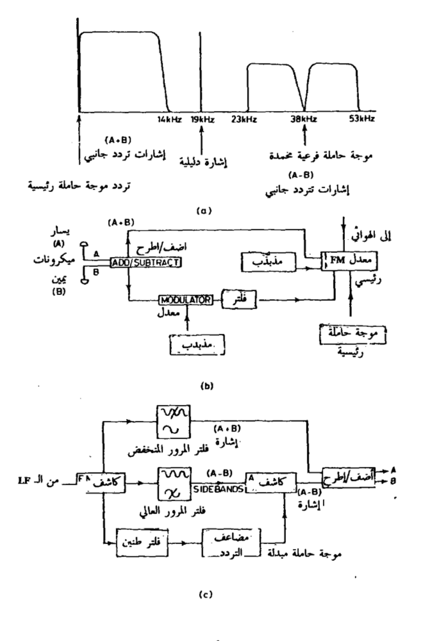
إن الصوت المجسم يتطلب إشارتين مختلفتين تغذى إلى مكبرات صوت ومضخمات منفصلة . ولذلك يجب أن يقوم جهاز الإرسال اللاسلكي المجسم بإرسال مثل هذه الإشارات المنفصلة ولكن بشكل يتم فيه قيام جهاز استقبال عادي وحيد القناة باستقبال إشارة مقبولة أو ليس قناة مجسمة واحدة أو أخرى . وللقيام بذلك يتم استخدام جهاز ترميز .

كيف يتم تحويل الإشارات إلى رموز ؟

إن نظام تحويل الإشارات إلى رموز يستفيد من استخدام عرض نطاق ترددي عريض جداً يمكن إرساله على موجة اف ام بتردد عال جداً . يقوم جهاز الترميز بتناول الإشارتين المجسمتين اللتين نستطيع أن نرمز لهما بالحرفين L (لليسار) و R (لليمين) ويصدر عنه المجموع R + L الذي يشكل إشارة أحادية عادية ، والفرق R — L . إن إشارة R — L يتم تعديلها (تضمينها) بعدئذ على موجة حاملة ترددها ٣٨ كيلوهرتز (الموجة الحاملة الفرعية) وبعد ذلك يتم تنقية الموجة الفرعية الحاملة فتبقى فقط النطاقات الترددية الجانبية لإشارة R — L . تمتد النطاقات الترددية الجانبية إلى حوالي ٢٣ كيلوهرتز وحتى حوالي ٥٣ كيلوهرتز وبعد ذلك يتم تعديل تردد الإشارة R + L ، على طول النطاقات الترددية الجانبية للإشارة R — L . على الموجة الحاملة للتردد العالي جداً ، مع موجة جيبية ترددها ١٩ كيلوهرتز (الطنين الدليلي) يتم استخدامها من أجل فك الرموز . إن جهاز استقبال أحادي مزيل لتضمين إشارة اف ام هذه سيقوم بترشيح الترددات العالية في دارات نزع الترشيح الإنتقائي المضخم ، وسيحصل على إشارة R + L الأحادية فقط .

كيف تتم عملية فك الرموز ؟

في جهاز الاستقبال المجسم يتم فصل الإشارات بعد إزالة تضمين موجة اف ام ، ويتم تضخيم تردد الطنين الدليلي البالغ ١٩ كيلوهرتز ومن ثم تتم مضاعفة تردده إلى ٣٨ كيلوهرتز . وبالاضافة إلى ذلك فإن جزء من إشارة الطنين الدليلية يتم تقويمه واستخدامه لاضاءة مصباح أو مبين آخر ليظهر بأن الإشارة المجسمة قد تم استقبالها .



الشكل (٥١)

البث المجسم . (أ) الترددات المرسلة . فقط الترددات على أحد جانبي الموجة الحاملة الرئيسية نجدها مبينة هنا . أما الترددات على الجانب الآخر من الموجة الحاملة الرئيسية فإنها تتبع نفس النمط .

(ب) رسم تخطيطي لجهاز ترميز المرسل . (جـ) رسم تخطيطي لجهاز فك رموز المستقبل بعد إزالة التضمين . المراحل المستخدمة قبل إزالة التضمين تعتبر تقليدية معروفة . لنلاحظ بأن الموجة الحاملة للتردد ٣٨ كيلو هرتز يتم كبتها لتجنب زيادة التضمين للموجة الحاملة الرئيسية . إن النطاقات الترددية الجانبية (A — B)تكون عند سعة منخفضة جداً .

الآن يتم استخدام الموجة الجيبية ٣٨ كيلوهرتز باعتبارها الموجات الحاملة المفقودة للنطاقات الترددية الجانبية التي تحمل الإشارة L — R ، وهـذه يمكـن الآن إزالـة تضمينها . إذا قمنا الآن بإضافة إشارة L + R إلى الإشارة L — R فإننا نحصل على الإشارة L : 2L = L + R + (L — R) وبطرحهمـــا نحصل على الإشارة R ، 2R = L + R — (L — R) . إن الإشارتين يمكن الآن امرارهما إلى المضخمات .

هل توجد أية مساوىء ؟

إن نسبة الإشارة إلى الضجيج للإشارة المجسمة في جهاز استقبال مجسم تعتبر أسوأ بكثير من نسبة الإشارة الأحادية بسبب عرض النطاق الترددي الأوسع وعمليات الترميز وفك الرموز . وفي العادة يلزم استخدام هوائي جيد جداً أو جهاز استقبال حساس جداً لاستقبال جيد مجسم بالمقارنة مع الاستقبال الأحادي . لقد استخدمت بعض محطات الإرسال في أمريكا دارات تخفيض الضجيج (دولبي) التي طورت في الأصل لمسجلات الأشرطة وذلك لجعل مجال الاشارات المجسمة المفيدة أكبر وأفضل بكثير .

القسم السادس

مبادىء التلفزيون

ما هو التلفزيون ؟

التلفزيون عبارة عن طريقة يتم بها التقاط الصور المرئية وتحويلها إلى إشارات الكترونية ، ثم إرسال هذه الاشارات وإعادة تحويلها إلى موااد معروضة مرئية . يوجد عدد من الأنظمة ذات الفعاليات المختلفة التي يتم بها تنفيذ هذه العملية ، ولكن النظام الذي سيكون محل اعتبارنا هنا هو ذاك الذي يستخدم في الوقت الحاضر من قبل هيئات البث .

كيف يتم التقاط الصور ؟

يتم التقاط الصور بواسطة كاميرا حساسة للضوء مزودة بعدسة ووسائل تركيز بؤري مع استخدام انبوبة حساسة للضوء بدلاً عن الفيلم . إن الصور التي يمكن اعتبارها كأشكال مختلفة حسب شدة الضوء فوق المنطقة المنظور إليها بواسطة العدسة ، تجعل أنبوبة الكاميرا ذات نشاط إشعاعي ثم تقوم هذه بإصدار إشارات الكترونية .

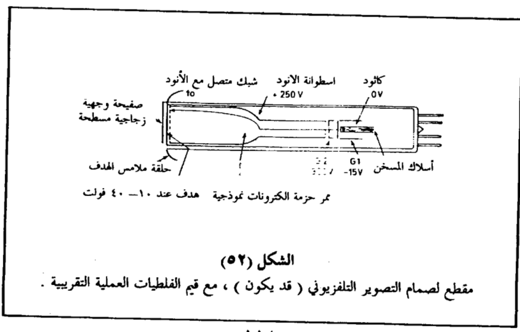
ما هي إنبوبة الكاميرا ؟

توجد عدة أنواع مختلفة شائعة الاستخدام ، بعضها يعتمد على مبادىء تشغيل مختلفة كلياً عن مبدأ ذاك المبين في الشكل ٥٢ ، إلا أن جميعها تشترك بوسيلة مسح منطقة الصورة المراد إرسالها بحزمة الكترونية ، تقوم بتنشيط فاعلية دارة كهرضوئية بما يتناسب مع شدة الضوء .

كيف تعمل إنبوبة الكاميرا ؟

تقوم العدسة (في الشكل ٥٢) بالضبط البؤري لصورة المشهد المراد تصويره تلفزيونياً على دريئة الكترونات حساسة للضوء موجودة في نهاية الأنبوبة . إن معظم الكاميرات الحديثة الملونة تستخدم صمام التصوير التلفزيوني المسمى بالفديكون والذي تكون فيه دريئة الالكترونات هذه ذات ناقلية ضوئية ، وهذا يعني بأن مقاومتها الكهربائية تنخفض عندما يسقط عليها الضوء . إن السطح الخلفي للدريئة ذات الناقلية الضوئية يتم مسحه بواسطة حزمة الالكترونات عن طريق مدفعة الالكترونات بحيث يتصل كل جزء من أجزاء السطح الناقل للضوء في كل لحظة بكاثود مدفعة الالكترونات عندما تقوم حزمة الالكترونات بعملية المسح . ونظراً لوجود سعة بين جانبي دريئة الالكترونات ذات الناقلية الضوئية فإن الفلطية المطبقة على جانب العدسة سوف لن تتسبب بظهور فلطية على جانب المدفعة فوراً . وإنما تزداد الفلطية على جانب المدفعة بشكل بطيء إلى أن تعود إلى فلطية الكاثود بواسطة حزمة المسح .

عندما يتم الضبط البؤري لجزء لماع من الصورة على دريئة الالكترونات فإن مقاومة ذلك الجزء من الدريئة ستكون منخفضة ، وبذلك فإن الجزء الخلفي سوف ينشحن بسرعة نسبياً ، بين عمليات المسح بالحزم الالكترونية ، عندما يتم انحياز جانب العدسة من الناقل الضوئي بمقدار بضعة فولطات إيجابية . وعندما تقوم الحزمة



الشكل (٥٢)

مقطع لصمام التصوير التلفزيوني (قد يكون) ، مع قيم الفلطيات العملية التقريبية .

بمسح هذا الجزء من الدريئة فإن تياراً (جزء الميكرو أمبير) سيجري لتفريغ السعة وتخفيض الفلطية إلى الصفر مرة أخرى . وعند جزء معتم من الصورة سوف تكون الدريئة ذات مقاومة عالية وستكون مشحونة بمقدار أقل بكثير ، وسوف تحتاج إلى تيار تفريغ أقل إلى حد كبير . وبهذا الشكل يصبح تيار الحزمة عبارة عن إشارة متناسبة مع درجة نصوع كل جزء من الصورة المضبوطة بؤرياً . يمكن أخذ تيار الحزمة من خلال مقاومة حمل والفلطية عبر مقاومة الحمل المستخدمة لإدارة مضخم ، حيث يتم الحصول على إشارة خرج حاملة للصور .

كيف يتم مسح الحزمة ؟

إن إنبوبة الكاميرا متوضعة مقرن يحتوي على مجموعات من الملفات لتركيز وإنحراف الحزمة . إن ملفات التركيز البؤري تجعل حزمة الالكترونات ترتطم بدريئة الالكترونات في منطقة صغيرة جداً . تتم إدارة ملف الإنحراف الأفقي بواسطة إشارة أشرية تجعل الحزمة تقوم بعملية المسح عبر الدريئة بسرعة ثابتة ثم تعود بسرعة كبيرة جداً . إن ملف الإنحراف الشاقولي مزود بسن منشار تيار متغير بسرعة يحرك الحزمة إلى أسفل الدريئة ثم تعود إلى ما كانت عليه بسرعة .

ما هو عنصر الصورة ؟

إن حزمة الالكترونات الساقطة على منطقة الدريئة في إنبوبة الكاميرا يمكن اعتبارها كبقعة . فهي تنتقل (بالنظام المبين) من طرف إلى آخر ومن الأعلى إلى الأسفل في المنطقة . وهكذا فإن عدداً من الخطوط يتم تتبعها بواسطة البقعة بتسلسل منتظم . وبما أن نسبة الطول إلى العرض في الصورة تعتبر كمقياس محدد بمعدل ٤ : ٣ فإن عدد العناصر المتماثلة في كل خط يمكن تحديده بضرب عدد الخطوط بنسبة الطول إلى العرض . وكما سوف نرى فيما بعد ، فإن نظام ال ٦٢٥ خطاً يستخدم ٥٩٥ خطاً للإرسال الفعال للصورة ، وأما بالنسبة للـ ٢٠ خطاً المتبقية فإنه يتم كبتها أثناء إرسال النبضات المتزامنة . وهكذا فإن ٥٩٥ × ٤/٣ = ٧٩٣ عنصر صورة لكل خط .

ماذا نعني بكلمة المسح ؟

تتحرك حزمة الالكترونات ، كما هو مبين أعلاه ، في سلسلة من الخطوط . في النظام البريطاني للإرسال بـ ٦٢٥ خطاً يتم مسح كل خط خلال ٦٤ ميكرو ثانية . ويلزم حوالي ١٢ ميكرو ثانية لتزامن الإشارات وللسماح للبقعة بالعودة من نهاية أحد الخطوط إلى بداية الخط الذي يليه ، أي لارتدادها . تتركب الصورة الكاملة من مجالين يتكون كل منهما من $\frac{1}{2}$ ٣١٢ خطاً متشابكة ، ومتكررة بمعدل ٢٥ مرة في الثانية الواحدة .

ما هو التشابك ؟

إن الإطارين مرتبان بحيث يتركز خطوط كل منهما بالتساوي بين خطوط الآخر كما هو مبين في الشكل ٥٣ حيث نجد عدداً مصغراً من الخطوط من أجل الإيضاح . إن دراسة هذا الرسم سوف تظهر لنا أيضاً خطوط الارتداد لكل من الخطوط والإطر التي يجب أن يتم كبتها عند جهاز الإستقبال . إن المحافظة على تشابك جيد يعتبر من الأمور الهامة عند طرف الاستقبال وقد تم تطوير عدة دارات خاصة لهذا الغرض .

ارتداد
ارتداد
أثر الهيكل الأول
أثر الهيكل الثاني
أثر الهيكل الأول
أثر الهيكل الثاني

الشكل (٥٣)

مبدأ المسح المتشابك .

وهكذا فإن المعلومات عن الصورة الكاملة يتم تقديمها بمعدل ٥٠ مرة في كل ثانية ، إلا أنه عند استعمال الإطارين المتشابكين فإن الارتعاش (الذبذبة) الذي يجب أن يكون موجوداً في حال عدم التشابك ، يتم تجنبه .

ما هو نمط (أو شبكة) خطوط المسح ؟

إن المجموعة الكاملة للخطوط المكونة من إطارين ، أو المجالات إذا أردنا أن نستعمل الاصطلاح الحديث ، يتم تتبعها بواسطة حزمة الالكترونات المتحركة . إن استمرار الأثر في العين ، بالإضافة إلى مقدار معين من الوميض المتبقي في انبوب الأشعة الكاثودية ، يعطي أو يظهر أثر الصورة الكاملة على شاشة العرض ، على الرغم من وجود بقعة واحدة فقط من الضوء التي يتم بها تتبع الصورة . ويطلق على الصورة الكاملة اسم نمط (أو شبكة) خطوط المسح .

ما الذي نعنيه بعبارة التزامن ؟

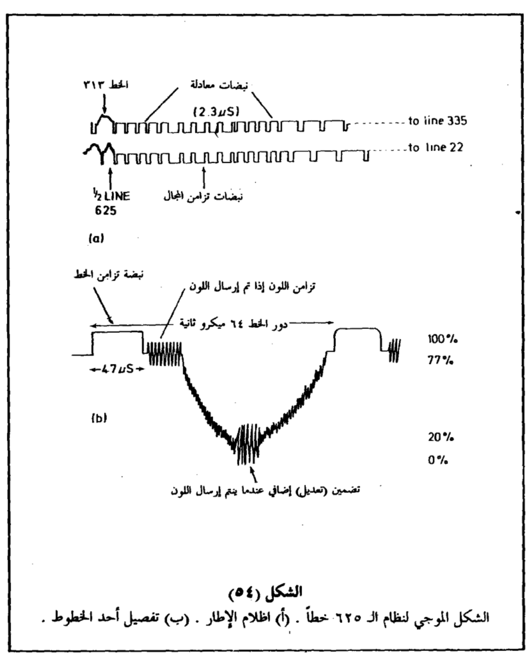
من أجل استقبال الإشارة التلفزيونية مباشرة حال صدورها عن جهاز الإرسال فإن دارات جهاز الاستقبال يجب أن يتم إطلاقها بحيث أن كل خط وكل مجال يبدأ تماماً في اللحظة المحددة من قبل جهاز الإرسال ، وأن يكون زمن المسح هو نفسه أيضاً بالضبط ، بحيث أنه عندما يتم إرسال أي عنصر صورة معين من العناصر الـ ٧٩٣ المرسلة المذكورة آنفاً ، فإن هذا العنصر يظهر في الموضع الصحيح على شاشة انبوب الأشعة الكاثودية في جهاز الاستقبال .

وهذا يستدعي وجود توقيت دقيق جداً عند جهاز الإرسال ، وبالنسبة للإشارات التي تتكون من نبضات حادة المقدمة ، أن يتم إرسالها إلى جهاز الاستقبال لإيقاف دارات العرض (تلك التي تتحكم بمسح الحزمة في أنبوب الأشعة الكاثودية في جهاز الاستقبال) .

إن شكل الموجة التلفزيونية ، الذي يظهر الوضعيات النسبية لهذه النبضات ، وفترة استمراريتها نجده مبيناً في الشكل ٥٤ . وسوف نلاحظ بأن النبضات التزامنية موجبة الانطلاق والتضمين سالب الإنطلاق .

ما هو نوع التضمين المستخدم ؟

يتكون التضمين من الفلطية المتغيرة الصادرة عن إنبوبة الكاميرا بعد عملية تضخيم مناسبة . وهذا يستخدم لتضمين سعة الموجة الحاملة ، الواقعة في نطاق الترددات فوق العالية . إن مستوي الإسناد المستخدم (نظام الـ ٦٢٥ خطاً) هو حد الـ ٧٧ بالمائة من التضنمين ، وهذا هو المستوى الأسود ، والتضمين بمعدل ٢٠ بالمائة هو



الشكل (٥٤)

الشكل الموجي لنظام الـ ٦٢٥ خطاً . (أ) اظلام الإطار . (ب) تفصيل أحد الخطوط .

الأبيض الذروي ، والنبضات التزامنية تتراوح نسبتها من ٧٧ إلى ١٠٠ بالمائة ، أي « أشد سواداً من الأسود » . إن نظام خدمة الـ ٦٢٥ خطاً المستخدم الآن للتلفزيون الملون BBc2, BBc1 و ITV مماثل للنظام الأمريكي ذي الـ ٥٢٥ خطاً باستثناء أن الأخير يستخدم ٦٠ مجالاً في الثانية للتلاؤم مع تردد منبع التغذية بالكهرباء الخاص بهم (حيث أن التردد لدينا يساوي ٥٠ هرتزاً) .

ما هي أهمية عرض النطاق الترددي ؟

إن النظام البريطاني القديم ذا الـ ٤٠٥ خطوط استخدام عرض نطاق ترددي إجمالي لكل قناة قيمته ٥ ميغا هرتز . وهذا يسمح لقناة الصوت التي تكون مضمنة السعة أيضاً في نظام الـ ٤٠٥ خطوط ، بأن يتم إرسالها مع قناة الرؤيا ، وتكون في الواقع أدنى بمعدل $\frac{1}{2}$ ٣ ميغا هرتز من الموجة الحاملة للرؤيا . أما النظام البريطاني ذو الـ ٦٢٥ خطاً فإنه يستخدم تضمين التردد (اف ام) القناة الصوت وعرض نطاق ترددي قيمته ٦ ميغاهرتز .

إن عرض النطاق الترددي اللازم لنقل الصورة التلفزيونية وإعطاء الإبانة الجيدة في كل من الإتجاهين الأفقي والشاقولي يتم تحديده بعدد الخطوط وبنسبة الطول إلى العرض وبالتضمين . ولإبانة أدق التفاصيل الممكنة — وأسوأ الحالات هي تلك التي تكون فيها عناصر الصورة المتبادلة سوداء بشكل تام وبيضاء في الذروة . فإنه يلزم عرض نطاق ترددي بقيمة ٣,٠٦ ميغاهرتز (٤٠٥ خطوط) أو ٦ ميغاهرتز (٦٢٥ خطاً) في قناة الرؤيا . إن الإبانة الأدق تكون محدودة بحجم بقعة الالكترونات بالنسبة للخير بين الخطوط ، إلخ . فبوجود عدد كبير من الخطوط يزداد عرض النطاق الترددي اللازم .

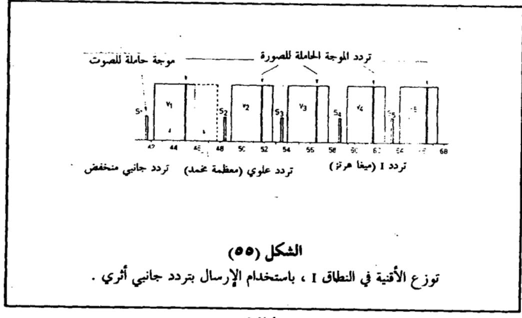
ما هو الإرسال بتردد جانبي أثري ؟

إن توفير عرض نطاق ترددي بمعدل ٣ ميغاهرتز مثلاً ، مع إنفصال كاف عن القنوات المجاورة وعن القناة الصوتية المرتبطة بها ، سوف يحول دون استخدام أكثر من ثلاث أو أربع أقنية في نطاق الترددات المتوفر .

إن نطاق الترددات العالية جداً I يتراوح من ٤١ — ٦٨ ميغاهرتز والنطاق III يتراوح من (١٧٤ — ٢١٦ ميغاهرتز) . توجد طريقة للمحافظة على حيز نطاق الترددات وذلك بكبت نطاق تردد جانبي واحد (طالما أن نطاقي التردد الجانبي يحتويان على نفس المعلومات فإنه لا يلزم سوى استخدام أحدهما) في النظام البريطاني القديم ذي الـ ٤٠٥ خطوط يتم كبت نطاق التردد الجانبي العلوي . وهذا يعطي عملية إرسال بتردد جانبي أثري ، انظر الشكل ٥٥ .

إن عبارة أثري تستخدم لأنه في الواقع العملي لا يمكن كبت نطاق التردد الجانبي بكامله ، ولكن الطريقة تترك ٠,٧٥ ميغاهرتز من نطاق التردد الجانبي العلوي وترسل نطاق التردد الجانبي السفلي بكامله . إن اختيار تردد الموجة الحاملة يتم تحديده بشكل جزئي بالحاجة إلى أن يكون تردد الموجة الحاملة مساوياً على الأقل لأربعة أو خمسة أضعاف تردد التضمين الأقصى .

وبهذا الشكل ، يتوفر حيز لإرسال خمس أقنية في نطاق الترددات I وثمانية أقنية في النطاق III . يتم اقتسام بعض الأقنية من قبل محطات بعيدة جغرافياً إلى حد كاف لعدم تداخل الإشارات مع بعضها . إن عمليات الإرسال المعتمدة على نظام الـ ٦٢٥ خطاً بعرض نطاق ترددات أوسع تعتمد على استخدام القناتين الرابعة والخامسة ذات الترددات العالية .



الشكل (٥٥)
توزع الأقنية في النطاق I ، باستخدام الإرسال بتردد جانبي أثري .

ما هي الترددات المستخدمة ؟

يمتد نطاق التردد I من ٤١ ميغاهرتز إلى ٦٨ ميغاهرتز وتتوزع الأقنية الخمسة كما هو مبين في الشكل ٥٥ الآنف . وهنا تكون الموجة الحاملة للرؤية معلمة بالحرف V والموجة الحاملة للصوت بـ S . إن التغطية الأصلية بنطاق تردد جانبي للمرسل الكساندرا بالاس مبينة بشكل منقط .

إن نطاق التردد III فإنه يحتوي على القنوات من ٦ إلى ١٣ ، بأقل تردد ، حيث تكون الموجة الحاملة للصوت في القناة ٦ ذات تردد يساوي ١٧٦,٢٥ ميغاهرتز وتكون الموجة الحاملة ذات التردد الأعلى هي الموجة الحاملة للرؤية بتردد ٢١٤,٧٥ ميغاهرتز في القناة ١٣ . إن تغطية نطاق التردد المتفق عليها في ستوكهولم عام ١٩٦١ تتراوح من ١٦٣ إلى ٢٣٠ ميغاهرتز . أما النطاق IV فإنه يغطي مجالاً يتراوح من ٤٧٠ إلى ٥٨٢ ميغاهرتز ويتراوح تردد النطاق V من ٥٨٢ إلى ٩٦٠ ميغاهرتز .

هل تستخدم نفس الترددات للتلفزيون الملون ؟

إن إرسال إشارات التلفزيون الملون يكون على نفس الأقنية مثل التلفزيون الأسود والأبيض ، كما أن عروض النطاق الترددية تستخدم هي نفسها . إلا أنه يمكن الحصول على صورة قابلة للإبانة على صورة أحادية اللون بعرض نطاق تردد ضعيف وإشارة ملوثة باستقبال متعدد المسالك – انعكاسات الإشارة ، الواصلة إلى الهوائي متفاوتة الطور مع الإشارة الرئيسية – بينما نجد أنه لاستقبال التلفزيون الملون سوف تكون مثل هذه الإشارة غير صالحة للاستعمال .

هل لا يلزم وجود عرض نطاق ترددي أوسع ؟

كلا . إن إشارات التلفزيون الملون ، على الرغم من أنها تحتوي على معلومات أكثر بكثير ، فإنها لا تحتاج إلى أن تشغل عرض نطاق ترددي أكبر . على سبيل المثال ، إن للاستقبال الجيد الصورة أحادية اللون على نظام تردد جانبي أثري بـ ٦٢٥ خطاً يتطلب تردد ٦ ميغاهرتز . ونظراً لأن العين غير حساسة للنقاط التفصيلية الملونة ، وإنما تكون أكثر حساسية للتغيرات في شدة الضوء . فإننا نستطيع أن نحصل على ذلك بقيمة تعادل ± ١ ميغاهرتز للمعلومات الخاصة بصفاء اللون أو كثافته .

كيف يمكننا أن نحمل المعلومات المتعلقة بصفاء اللون أو كثافته في عرض النطاق الترددي المحدود هذا ؟

يستخدم النظام إشارتين مختلفتي اللون يتم إرسالهما بتضمين ثنائي الطور على موجة حاملة فرعية أحادية ، النظام التربيعي . وتكون الموجة الحاملة الفرعية لصفاء اللون عبارة عن مضاعف فردي لنصف تردد الخط بحيث يمكن لإشارات صفاء اللون أن تنتظم ضمن نموذج من المعلومات بلون أسود أبيض صافيين ، أي النصوع . ويظل عرض النطاق الترددي ٦ ميغاهرتز . أما تردد الموجة الحاملة الفرعية فيساوي ٤,٤٥ ميغاهرتز .

هل يمكننا أن نمعن النظر في هذا بدقة أكبر ؟

يمكننا أن نفعل ذلك إلا أن التقييدات المتعلقة بالفراغ والحيز اللازم تحرمنا من متعة ذلك . ويلزمنا أن نستعين بكتاب (السلسلة العلمية) في هذه السلسلة « أسئلة وأجوبة عن التلفزيون الملون » .

للإطلاع على بعض الأجوبة المتعلقة بتساؤلاتنا حول صفاء اللون وكثافته .

الفصل السابع

جهاز الاستقبال التلفزيوني

كيف يتم تكوين جهاز الاستقبال التلفزيوني ؟

إن الوضع مماثل لحالة المستقبل اللاسلكي ، حيث يتم أولاً توليف الاستقبال للإشارة الواردة ، ثم يتم التضخيم وإزالة التضمين والتطبيق على الخرج ، وفي حالتنا هذه يوجد جهاز عرض وهو أنبوب الأشعة الكاثودية .

يتم فصل إشارة الصوت بعد المراحل الأولية للتضخيم المشتركة بين إشارات الرؤية والصوت ، ثم يتم إزالة تضمينها وإمرارها إلى مراحل خرج سمعية ومكبر صوت بنفس الطريقة التي تتم في المستقبل اللاسلكي . تستخدم طريقة مختلفة في النظام ذي الـ ٦٢٥ خطاً حيث تمر إشارة الصوت من خلال سلسلة إشارات الرؤية الكاملة .

ولإبقاء الإشارة المستقبلة بحالة توافق مع النبضات المرسلة ، فإنه يلزم استخدام دارات نبضية مؤقتة خاصة (تقوم بتوليد أشكال موجية لازمة للتحكم بعملية مسح أنبوب الأشعة الكاثودية) كما يجب أن يتم فصل إشارة تزامنية عن خرج الرؤية وإستخدامها لإطلاق هذه الدارات النبضية المؤقتة للمحافظة على توافقها .

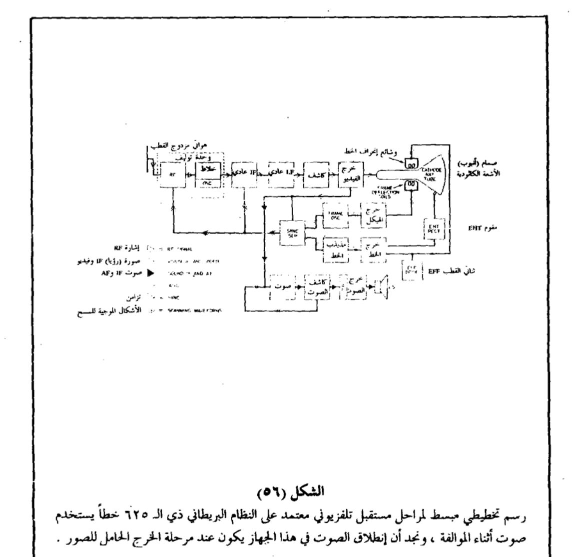
إن الفلطيات العالية اللازمة لتشغيل أنبوب الأشعة الكاثودية يتم استخراجها أيضاً عن طريق الدارات النبضية المؤقتة بطريقة خاصة سيتم بيانها فيما بعد .

يوضح الشكل ٥٦ الأقسام المختلفة لجهاز الاستقبال التلفزيوني المعروف على شكل رسم تخطيطي مبسط . ونجد أن كل مجموعة تمثل مرحلة من مراحل جهاز الاستقبال ، كما مسار الإشارات مشار إليه بالأسهم .

إن المستقبل المبين هو عبارة عن جهاز استقبال هترودايني فوق سمعي ، أجهزة استقبال تلفزيونية ذات تردد لاسلكي مولف لم تعد تستخدم .

ما هي أنواع وحدات الموالفة ذات التردد العالي جداً المستخدمة ؟

إن وحدة الموالفة المبينة على شكل صندوق منقط في الشكل ٥٦ التي تعتبر عادة كمجموعة فرعية منفصلة ، تشتمل على مضخم تردد لاسلكي وعلى مغير تردد . وللمحافظة على نسبة إشارة إلى الضجيج بشكل جيد فإنه يستخدم في الغالب ترانزيستور منخفض الضجيج في دارة قاعدة مشتركة يتكون مغير التردد من مرحلة مازج مع مولد ذبذبة منفصل إن الأنواع الرئيسية لجهاز الموالفة لاستقبال الترددات العالية جداً هي (أ) الموالف التزايدي و (ب) الموالف البرجي و(جـ) الموالف بتغيير الانفاذية . وهذه الأنواع تختلف بطريقة يتم فيها تشغيل دارات الموالفة وإختيارها .



الشكل (٥٦)

رسم تخطيطي مبسط لمراحل مستقبل تلفزيوني معتمد على النظام البريطاني ذي الـ ٦٢٥ خطاً يستخدم صوت أثناء الموالفة ، ونجد أن إنطلاق الصوت في هذا الجهاز يكون عند مرحلة الخرج الحامل للصور .

ما هي الميزات الخاصة للموالفة التزايدية ؟

يتم تركيب سلسلة من الملفات على رقاقة تحويل جهاز الموالفة بحيث أن إختيار القناة يتم في الملفات بشكل تدريجي . وهذا يجعل موالفة الأقنية يعتمد بعضها على بعض . ويجب بذل عناية خاصة أثناء عملية المحاذاة . ويمكن أن نحصل على بعض المزايا المعينة في تخفيض السعات الشاردة وإتزان التشغيل .

ما هو الموالف البرجي ؟

في هذه الحالة ، تكون الملفات الخاصة بكل قناة مركبة بشكل منفصل على رقاقات معدنية أو خزفات حيث تكون الملامسات المثبتة عليها مختارة بدوران المحور الرئيسي ، ولكل قناة ملفها الخاص بها . وهذا يسمح بمرونة أكبر ، إلا أنه يتسبب بزيادة التعقيد الميكانيكي . لقد ظهرت عدة طرق للتغلب على هـذه المشاكل . تستخدم في بعض أجهزة الموالفة البرجية رقاقات معدنية منفصلة أو خزفات للتردد اللاسلكي وأقسام المزج . وبعضها يستخدم خزفة واحدة ، والبعض الآخر مزود برقاقات دارات مطبوعة مع ملامسات طرفية ، وهناك نوع واحد مزود بقرص خزفي مع ملفات مركبة بشكل قطري على سطحها . إن جميع هذه الأنواع تعتمد على ملامسات نابضية يتم مسحها بواسطة قضبان مصفحة تتصل بها الملفات . إن الموالف البرجي هو النوع الأكثر استخداماً على نطاق واسع .

كيف يعمل الموالف بتغيير الإنفاذية ؟

نظراً لاتساع مجال الترددات المراد تغطيتها فإنه من غير الممكن أن يتم إنتاج جهاز موالفة متغير باستمرار بمفعول لولبي يغير نسبة L — C لتنفيذ عملية الموالفة . إلا أن هذا يمكن أن يتم بنجاح كبير على نطاق ترددات محدود . على سبيل المثال ، وفي أحد الأنواع الشائعة ، يمكن إختيار ملف واحد لكل نطاق من الذبذباتت بواسطة مفتاح أو زر كباس ، وبعد ذلك تتكون عملية اختيار الأقنية من تدوير أداة التحكم بالموالفة التي تقوم بإدخال أو إزاحة قلب في كل مجموعة من الملفات المطبقة على تلك القناة . قد يكون القلب من غبار الحديد أو من النحاس الأصفر ، وذلك بحسب لزوم زيادة الحثية أو تخفيضها .

هناك نوع آخر مزود بإطار تشكيل ملف مشترك ذي وضعية متغيرة للقلب المعدني الخاص بتغيير محاثة الملف والذي يتم تحديده بواسطة صفيحة مزودة بسقاطة ، ويتم تشغيله بزر كباس ، وبنفس الفعل يتم اختيار ثوابت الدارة الأخرى من أجل نطاق الذبذبات المناسبة .

كيف تتم الموالفة الدقيقة ؟

في أجهزة الموالفة الأكثر تعقيداً . نجد أن عملية الدفع قد تم تخفيضها بشكل ناجح وأن عملية الاختيار بالأزرار الكباسة فعالة . إلا أن الأنواع القديمة تكون مجهزة دائماً للموالفة اليدوية بحيث يتم الحصول على التحديد النهائي للصوت والصورة . إن بعض الطرق كانت بسيطة للغاية . حيث توجد كامة مصنوعة من مادة عازلة على المحور الرئيسي ، تقوم بتغيير سعة قطعة مكونة من مساحة مصفحة صغيرة وجزء من هيكل جهاز الموالفة ، أو تركيبه ورنيه . يتم بها إمكانية تغيير القلوب المعدنية لملفات الموالفة ضمن حدود بسيطة ، أو شكل مكثف تقاربي يشغل بواسطة كامة موجود على محور الدوران الرئيسي . من الناحية الكهربائية يؤدي تغيير هذه السعة إلى موالفة ملف مولد الذبذبة .

ما هو الاختلاف في جهاز موالفة الترددات فوق العالية ؟

نظراً لأن القيم المطلوبة للمحاثة والسعة في دارات الموالفة تكون منخفضة عند الترددات العالية للنطاقات ذات الترددات فوق العالية فإن الطرق التقليدية لايمكن استخدامها . إن المحاثة والسعة الشاردة سوف تجعل عملية الموالفة غير صحيحة . ومستحيلة في الواقع ، وبدلاً من ذلك يستخدم مبدأ الخط الرنان .

إن أسلاك لتشر (لقياس الأطوال الموجية القصيرة) المكونة من قطعة قصيرة من قضيب صلب مع حجاب محيط ، ترن في مجال التردد فوق العالي وتأخذ مكان الملفات التقليدية المعروفة . إن سعات التحميل تغير مجال الموالفة .

إن أجهزة الموالفة الحديثة تعتمد على الموالفة بدايود فاريكاب مع دايودات نصف ناقلة تختلف سعتها باختلاف الفلطية الإنحيازية الثابتة . وهذا يمكن من تطبيق التحكم

الأوتوماتيكي بالتردد . ويجعل عملية الموالفة عبارة عن مسألة تحويل فلطية ، وبذلك تبطل استعمال أجهزة الموالفة بالملفات التزايدية .

كم هو عدد مراحل التردد الأوسط المطلوب ؟

نظراً لإتساع عرض النطاق الترددي ، والحاجة إلى المحافظة على منحنى استجابة صحيح ، والذي قد لاحظناه آنفاً ، فإن مراحل التردد الأوسط تكون مخصصة ليس من أجل الكسب الأعظمي وإنما للموالفة الثابتة والصحيحة ، أي للاستجابة الجيدة لذبذبة معينة دون غيرها مع التضخم المعتدل . ولذلك فإننا نجد مرحلتين أو أكثر لتضخيم التردد الأوسط للرؤية في أجهزة الاستقبال التقليدية المعروفة . وهذه المراحل لها دارات موالفة ثابتة ، كما رأينا في حالة أجهزة الاستقبال اللاسلكية ، إلا أن الترددات الوسطى تكون أعلى بكثير .

إن التردد الأوسط القياسي للأجهزة المعتمدة على نظام الـ ٤٠٥ خطاً يبلغ ٣٤,٦٥ ميغاهرتز لقناة الصوت و٣٨,١٥ ميغاهرتز لقناة الصوت . بالنسبة للتشغيل بالتردد فوق العالي المعتمد على نظام الـ ٦٢٥ خطاً . بعرض نطاق ترددي أوسع (يصل حتى ٦ ميغاهرتز) يبلغ التردد القياسي المقبول ٣٩,٥ ميغاهرتز للصورة و٣٣,٥ ميغاهرتز للصوت .

كيف يتم تحقيق عرض النطاق الترددي الواسع هذا ؟

إن الملفات المتقارنة قد تكون موالفة بشكل متعرج . وسوف يتم تخميد ذبذبتها بشكل كبير في بعض الحالات . إن منحني الاستجابة للرؤية ليس متماثلاً وإنما يتم ضبطه بحيث يكون التردد الأوسط عند نقطة تقع في منتصف الإنحدار السفلي للمنحني . وهذا يعطي طاقة كاملة من عملية الإرسال بتردد جانبي أثري ، والتي كما رأينا سابقاً تعطي منحن غير متماثل أيضاً . انظر الشكل ٥٧ .

وهذا أحد الأسباب التي تشرح لماذا لا تصل مراحل التردد الأوسط أبداً إلى ذروة التردد الأساسي . تتم عملية الموالفة طبقاً للتعليمات المحددة من قبل الشركة الصانعة للحصول على الشكل الكلي الصحيح لمنحنى الاستجابة من عدة دارات

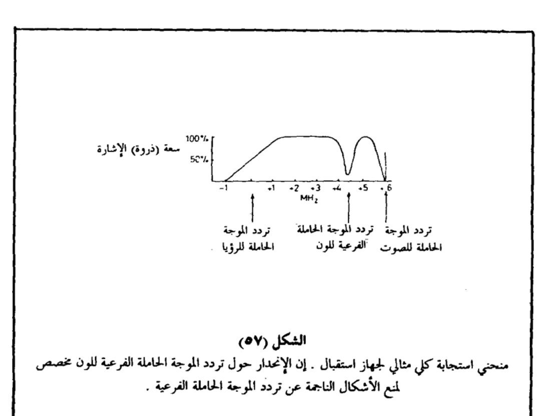
موالفة . وبدون معرفة هذه التعليمات التفصيلية فإن عملية المحاذاة ستكـون غير مضمونة الفعالية وستكون النتائج معتمدة أكثر على مجرد الخط من الخبرة والمهارة .

كيف يتم استخلاص إشارة الصوت ؟

توجد عدة طرق لإختبار التردد الأوسط للصوت وهذه يصل عددها إلى عدد الدارات التي نجده في موديلات أجهزة الاستقبال الفردية . وفي العادة توجد مرحلة تضخيم مشترك للتردد الأوسط يتم فيها تضخيم كلاً من إشارتي الصوت والصورة ، وإن دارات الترشيح في المدخل إلى المرحلة التالية تقوم باختيار نطاق الترددات التي تقوم قناة الصوت بتضمينها . إن عرض النطاق الترددي لقناة الصوت . نظراً لكونه ضيقاً نسبياً ، لا يتضمن نفس المشكلة المتعلقة بتشكيل منحني الاستجابة ، ويتم في الغالب بلوغ الدارات إلى الذروة في التردد الأوسط .

ما هي مصيدة الصوت (أو مرشح الإشارات الصوتية)؟

من الأمور الأساسية إلا تكون إشارات التردد الأوسط للصوت موجودة عند



الشكل (٥٧)

منحني استجابة كلي مثالي لجهاز استقبال . إن الإنحدار حول تردد الموجة الحاملة الفرعية للون مخصص لمنع الأشكال الناجمة عن تردد الموجة الحاملة الفرعية .

المخرج النهائي لقناة الرؤية . وتكون النتيجة بتقطع الصورة المعروفة بتداخل الإشارات الصوتية والبصرية في المستقبل التلفزيوني . ولإزالة وأبعاد هذه الحالة فإنه يتم استخدام دارات موالفة إما مشتركة مع دارات الرؤية الموالفة أو مقترنة بشكل حثي معها وذلك لامتصاص الطاقة عند التردد الأوسط للصوت . من الضروري أيضاً بأن يتم تشكل استجابة التردد الأوسط للرؤية بشكل صحيح بحيث لا يسمح النطاق الإمراري بقبول إشارات التردد الأوسط للصوت من قبل دارات التردد الأوسط للرؤية . في النظام المعتمد على الـ ٦٢٥ خطاً يجب أن تتم عملية الترشيح هذه عند مرحلة خرج الرؤية .

ما هو الصوت أثناء الموالفة ؟

إن النظام ذا الـ ٦٢٥ خطاً تستخدم فهي الرؤية بتضمين السعة والصوت بتضمين التردد . ويتم تضخيم كل من إشارتي التردد الأوسط حتى الوصول إلى حد كاشف الرؤية (وفي بعض الأحيان يتم تجاوز هذا الحد) . وبما أن يعتبر جهازاً غير خطي (انظر الشكل ٤٨) ، أثناء الكشف عن إشارة تضمين السعة للموجة الحاملة للرؤية بالشكل المعتاد . فإنه يعمل أيضاً كمازج للموجتين الحاملتين للتردد الأوسط ويحصل لدينا تردد فرقي مقداره ٦ ميغاهرتز . مضمن التردد . يتم تضخيم هذه الإشارة في قسم التردد الأوسط للصوت وبعدئذ يتم الكشف عنها بواسطة مرحلة إزالة تضمين تقليدية اف . ام ، مثل المكشاف النسبي .

إن الدارات الموالفة المستخدمة في مضخمات التردد الأوسط للرؤية من هذا النوع للجهاز القياسي — الثنائي مصممة لعرض نطاق ترددي قيمته ٦ ميغاهرتز ، وهناك دارات الترشيح التي تقلل عرض النطاق الترددي إلى ٣,٥ ميغاهرتز للعمل بنظام الـ ٤٠٥ خطوط .

ما هو نوع المضخم المستخدم لخرج الإشارات الحاملة للصور ؟

إن مرحلة خرج الإشارات الحاملة للصور يجب أن تتناول إشارات كبيرة تماماً وإمداد إنبوب الأشعة الكاثودية بفلطية تضمين بالإضافة إلى تضخيم النبضات التزامنية بدون تشوه . هناك أحد التعقيدات وهو أن مجال الترددات التي يجب أن تنسجم معها هذه المرحلة ، يمتد من تيار مستمر (صفر هرتز) حتى ٣ ميغاهرتز . من

الضروري بأن يكون الحفاظ على التردد صحيحاً وذلك لتأمين صورة جيدة بدون تشويش أو لدونه أو أي أعطال أخرى قد تحدث عند تحدث ضياعات في التردد بسبب تلف القطعة المكونة .

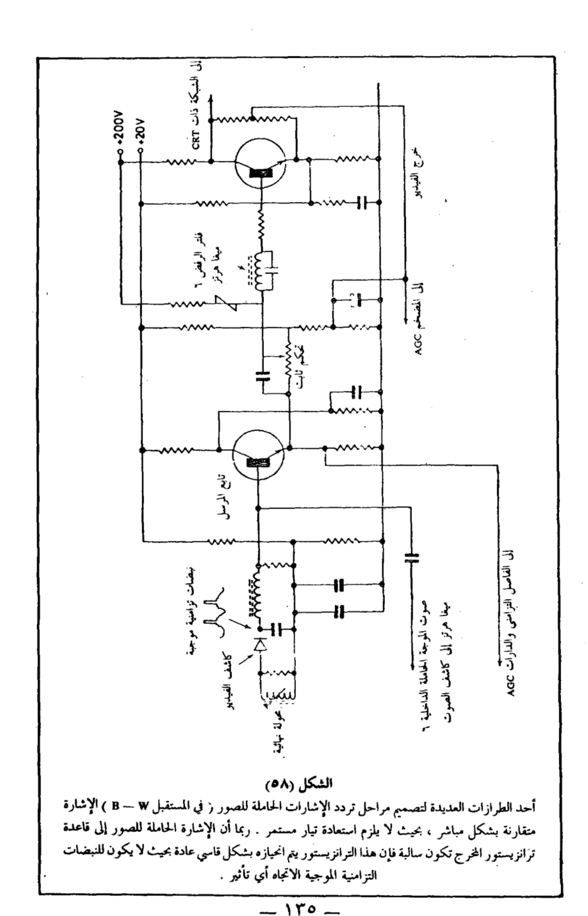
يوضح الشكل ٥٨ كاشف رؤية نموذجية ومرحلة مضخم للإشارات الحاملة للصورة .

ما هي استعادة التيار المستمر ؟

إن الإشارة الحاملة للصور لها مكون تيار متناوب ومكون تيار مستمر . إن نصوع الصورة يعتمد على مكون التيار المستمر ، بينما تعتمد درجة نقاوة الأشياء المعادة الاستنساخ على الترددات العالية . كما رأينا من نقاشنا السابق حول عناصر الصورة . عندما يتم استخدم تقارن التيار المتناوب بين كاشف الرؤية يضخم الإشارات الحاملة للصور أو من مضخم الإشارات الحاملة للصور إلى أنبوب الأشعة الكاثودية . فإنه يلزم استخدام طريقة معينة لاعادة تحديد النسبة الصحيحة للتيار المستمر في الإشارة (حيث أن هذا سيضيع بتقارن التيار المتناوب) . وفي أكثر الأحيان تكون هذه الاستعادة مجهزة بتقويم النبضات التزامنية إما بواسطة دايود أو باستخدام التوصيلات بين الباعث — والقاعدة في ترانزيستور .

ما هو التحكم الأوتوماتيكي بالكسب ؟

كما لاحظنا في الفصول الأولى المتعلقة بتصميم أجهزة الاستقبال اللاسلكية . فإن تأمين فلطية إنحيازية بما يتناسب مع قوة الإشارة الواردة للتحكم بمراحل التضخيم يساعد على تأمين خرج ثابت . يصبح الكسب الكلي أعظمياً بالنسبة لدخل الإشارة الضعيف ويصبح منخفضاً عند وصول إشارات قوية .

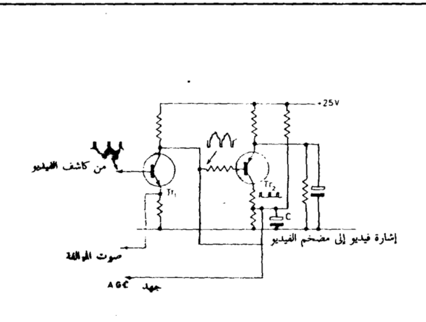


الشكل (٥٨)

أحد الطرازات العديدة لتصميم مراحل تردد الإشارات الحاملة للصور ; في المستقبل (B — W) الإشارة متقارنة بشكل مباشر ، بحيث لا يلزم استعادة تيار مستمر . ربما أن الإشارة الحاملة للصور إلى قاعدة ترانزيستور الخرج تكون سالبة فإن هذا الترانزيستور يتم انحيازه بشكل قاسي عادة بحيث لا يكون للنبضات التزامنية الموجية الاتجاه أي تأثير .

ما هو دايود القمط ؟

إذا كان خط التحكم الأوتوماتيكي بالكسب يجب أن يكون موجباً ، كما يمكن أن يحدث بوجود جهاز متوسط المستوى عند عدم وجود إشارة فإن مراحل المضخم المضبوط التحكم الأوتوماتيكي بالكسب يمكن أن تزيد في الحمل وبالتالي يؤدي هذا إلى حدوث عطب وخاصة في مضخم الإشارات الحاملة للصور . وهكذا نجد دايوداً مركباً عادة عبر خط التحكم الأوتوماتيكي بالكسب بحيث أن الفلطية الموجبة تجعله ناقلاً بشكل فعال ، مع تثبيت خط التحكم الأوتوماتيكي بالكسب بالهيكل بحيث لا يمكن أن يصبح موجباً .



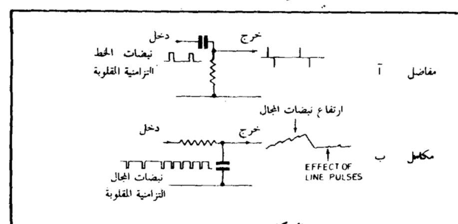
الشكل (٥٩)

دارة حديثة للتحكم الأوتوماتيكي بالكسب . الترانزيستور — Tr_2 (PnP) يشغل بواسطة النبضات التزامنية فقط ويتم تنظيم نبضات التيار عند المجمع بواسطة المكثف C لتقديم فلطية يتناسب حجمها مع السعة التزامنية (وأيضاً الإشارة) . إن الفلطية الموجبة هي فلطية التحكم بتيار الكسب ويتم تطبيقها على ترانزيستور مضخم التردد الأوسط الذي يصبح كسبه أقل عند تطبيق فلطيات موجبة (تحكم أوتوماتيكي بالكسب أمامي) .

إن النبضات التزامنية تشغل نسبة تتراوح من ٧٧ — ١٠٠٪ من معدل التضمين بحيث أنه عند تطبيق شكل موجي للإشارات الحاملة للصور ، مع إيجابية النبضات التزامنية ، على قاعدة ترانزيستور تم إنحيازه ، فإننا نستطيع أن نحضر فقط لتشغيل هذا الترانزيستور من قبل النبضات التزامنية ، بحيث لا تظهر سوى النبضات التزامنية في دارة المجمع .

كيف يتم فصل النبضات الإطارية ونبضات الخط ؟

إن النبضات الإطارية أو التزامنية المجالية تعتبر أطول استمرارية من النبضات الخطية وبذلك يمكن فصل الاثنين باستخدام مرشحات مدركة زمنية . من الأمثلة على ذلك الدارات التكاملية والتفاضلية التي نجد عملها موضحاً في الشكل ٦٠ . وكمثال على ذلك فإن نبضات المجال يمكن استخدامها لشحن مكثف دارة المكمل (الشكل ٦٠ ب) التي يتم حسابها بحيث تصل نبضة المجال التالية قبل أن يتم تفريغ مكثف المكمل . ويكون الأثر بأن نبضات السلسلة أو المجال تقوم بتكوين نبضة « متكاملة » فردية يمكن استخدامها لإيقاف القاعدة الزمنية للمجال .



الشكل (٦٠)

دارات تكاملية وتفاضلية أساسية .

إن قاعدة الخط الزمنية التي تعمل بتردد عال تحتاج لفلطية نبضات ذات حافة متقدمة حادة . إن الدارة التفاضلية (الشكل ٦٠أ) بين الفاصل التزامني والمذبذب الخطي تقوم بتأمين نبضة مناسبة لإطلاق المذبذب الخطي . يمكن الحصول على نبضات المجال التزامنية عن طريق إما دارة تكاملية أو دارة تفاضلية : يتم الحصول على النبضات التزامنية الخطية دائماً عن طريق دارة تفاضلية . إنها الثوابت الزمنية التابعة للشبكات هي التي تقوم بتأمين عملية الفصل .

إن قاعدة الخط الزمنية التي تعمل بتردد عال تحتاج لفلطية نبضات ذات حافة متقدمة حادة . إن الدارة التفاضلية (الشكل ٦٠ أ) بين الفاصل التزامني والمذبذب الخطي تقوم بتأمين نبضة مناسبة لإطلاق المذبذب الخطي . يمكن الحصول على نبضات المجال التزامنية عن طريق إما دارة تكاملية أو دارة تفاضلية : يتم الحصول على النبضات التزامنية الخطية دائماً عن طريقة دارة تفاضلية . إنها الثوابت الزمنية التابعة للشبكات هي التي تقوم بتأمين عملية الفصل .

ما هو التزامن المنظم السرعة ؟

لقد ظهرت عدة دارات معقدة على مدى السنين للحصول على تزامن خفي جيد ، وهذه تعتبر حيوية بالنسبة للحصول على عرض جيد ودقيق للصورة التلفزيونية وخاصة عندما تكون ظروف الإشارة رديئة .

توجد طريقة للتغلب على آثار إشارات الدخل الضعيفة وتتجلى هذه الطريقة بالتحكم بتردد المذبذب الخطي باستنباط فلطية تزامنية من متوسط عدد النبضات التزامنية . أما بالنسبة للدارات الأخرى فإنها تستخدم مراحل المفاعلة ودايودات المميز . إن الطريقة الأكثر استخداماً في العصر الحالي تكمن بتغيير إنحياز مولد الذبذبة عن طريق مقارنة توقيت النبضات التزامنية مع جزء من خرج مولد الذبذبة .

ما هو مبدأ القاعدة الزمنية ؟

يتم إنتاج نمط شبكة خطوط المسح بواسطة حركة خدمة الالكترونات المضبوطة في أنبوب الأشعة الكاثودية . يتم تحديد الحركة من طرف إلى آخر بواسطة القاعدة الزمنية الخطية والوضعية النسبية للبقعة من الأعلى إلى الأسفل (وهكذا المسح الشاقولي) بالقاعدة الزمنية الإطارية أو المجالية .

إن المبدأ هو إنتاج شكل موجي يمكن استخدامه لدفع البقعة بسرعة ثابتة باتجاه حركة العرض ، أي من اليسار إلى اليمين ومن الأعلى إلى الأسفل ومن ثم بسرعة حيث يتم السماح للبقعة بالارتداد من أجل الخط التالي والإطار (ومن هنا جاءت عبارة الارتداد) .

يتم تأمين الشكل الموجي اللازم بواسطة مولد ذبذبة مناسب ، يتم إطلاقه بواسطة نبضات تزامنية للمحافظة على سرعتها بما يتوافق مع الإشارات المرسلة . وبعد التضخيم تتم تغذية الشكل الموجي إلى الملفات حول عنق أنبوب الأشعة الكاثودية . تقوم هذه الملفات بإنتاج مجالات كهرمغناطيسية متغيرة تقوم بجعل حزمة الالكترونات تنحرف نحو الإتجاه المطلوب .

كيف تعمل مرحلة خرج المجال ؟

تعمل مرحلة خرج المجال كمضخم للتيار حيث تقترن بمحول مع ملفات الإنحراف ولها شبكات تغذية مرتدة خطية لتصحيح الشكل الموجي الاشري والسماح بحدوث تغيرات في ثوابت الدارة .

كيف تعمل القاعدة الزمنية الخطية ؟

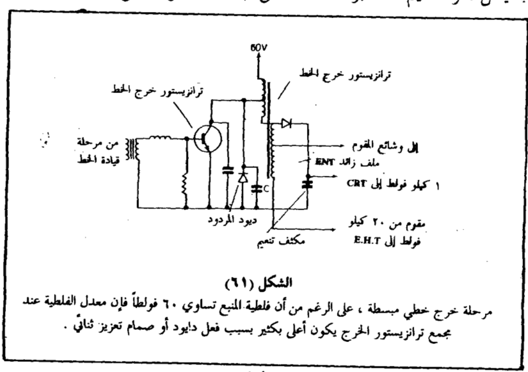
إن مولد الذبذبة الأساسي قد يكون مشابهاً جداً لذاك التابع للقاعدة الزمنية المجالية ، إلا أن مرحلة الخرج تكون مختلفة جداً . وبما أن التردد يكون أكبر بكثير فإنه يتم حدوث تغيرات مفاجئة عالية في الفلطية عندما ينهار مجال مسح الخط عند نهاية كل خط . وتستخدم هذه التغيرات المفاجئة بطريقتين . الطريقة الأولى يتم فيها استخراج فلطية تعزيز باستخدام صمام تعزيز ثنائي ، والطريقة الثانية ، يتم فيها الحصول على الجهد العالي الزائد المطلوب للانود النهائي في أنبوب الأشعة الكاثودية بإضافة ملف على محول خرج الخط وتقويم نبضات الفلطية العالية الناتجة التي ينتجها هذا المحول للتغلب على تأثير تغيرات فلطية المنبع على تشغيل مرحلة خرج الخط ، يوجد في أغلب الأحيان جهاز لموازنة التغذية المرتدة . إن الخرج الناتج عن تفريغه في محول خرج الخط يتم تقويمه وإرجاعه إلى شبكة خطوط صمام خرج الخط للمحافظة على ثبات الخرج (الفعل المماثل لمفعول جهاز التحكم الأوتوماتيكي بالكسب) . يستخدم مقاوم معتمد على الفلطية باعتباره كعنصر تقويم .

كيف يتم إنتاج فلطية التعزيز وفلطية e.h.t ؟

يوضح الشكل ٦١ مرحلة خرج الخط الأساسي . يتم التحكم بمرحلة خرج الخط

بواسطة خرج مولد الذبذبة الخطية . وعندما يقوم بعملية التوصيل ، فإنه يدفع تيار المسح عن طريق ملفات الإنحراف . وعندما يصل زمن الارتداد عند نهاية المسح المتقدم فإن إنهيار مجال المسح يعكس نبضة فلطية عالية من الملفات عبر محول الخرج . وهذا يتم تقويمه بواسطة صمام التعزيز الثنائي ويستخدم لشحن مكثف التعزيز C . وهكذا يتم الحصول على جهد عال معزز يقدر بـ ٧٠٠ فولط أو نحوه ويمكن استخدامه كجهد ضبط بؤري من أجل شحن القاعدة الزمنية المجالية ، إلخ . يتم انحياز فلطية خرج الخط خلال الجزء الابتدائي من كل شوط من أشواط المسح عندما يكون التيار المخصص لدفع ملفات الإنحراف مزوداً بتفريغ خفيف في مكثف التعزيز .

إن الملف e.h.t المبين في الشكل ٦١ كبير نسبياً ويتم به تأمين رفع فلطية نبضات الارتداد ويعطي فلطيات عالية (تتراوح من ١٥ — ٢٠٠٠٠ فولط وهذه تعتبر نموذجية لأجهزة الاستقبال الحديثة) . التيار صغير جداً ويقوم مقوم e.h.t بشحن المكثف e.h.t حتى الحصول على قيمة e.h.t بحيث يتم تقويم أطراف نبضات الارتداد ، ويتم منع تخميد خرج الخط . يعتبر هذا المكثف عادة كسعة بين الطبقات الداخلية والخارجية لأنبوب الأشعة الكاثودية ، حيث تتصل الطبقة الخارجية بالهيكل ، وهذا يتم عادة بواسطة التلامس بالفحمات أو بنابض .



الشكل (٦١)

مرحلة خرج خطي مبسطة ، على الرغم من أن فلطية المنبع تساوي ٦٠ فولطاً فإن معدل الفلطية عند مجمع ترانزيستور الخرج يكون أعلى بكثير بسبب فعل دايود أو صمام تعزيز ثنائي .

ما هي الموالفة التوافقية الثالثة ؟

نظراً لأن الملف الزائد e.h.t يعتبر ملفاً منفصلاً ، فإنه يتم حدوث محاثة تسربية . وهذه يمكن توليفها بواسطة سعة الدارة بتردد يقدر بثلاثة أضعاف تردد خرج الخط . وهكذا فإن محول خرج الخط يكون محضراً بحيث يطن عند التوافقية الثالثة لتردد الخط . إن التذبذب غير المضبوط في الملف الزائد يتم تخفيضه وتبقى ذروات الفلطية منخفضة فتعطي فعالية أكبر .

ما هو المحول المزال الإشباع ؟

في إمكانية ترتيب الأمور بحيث تجري التيارات باتجاهات معاكسة في المحول ، فإن المجالات الناتجة عن هذه التيارات تميل نحو الإلغاء . إن هذه المجالات المغناطيسية في قلب المحول سوف تقوم في حال عدم ذلك بتخفيض مردودها بالتشبع . وبإعادة ترتيب الدارة بحيث يصبح مكثف التعزيز بين أقسام (قطع) ملف المحول ، حيث يقدم الجهد العالي عند هذه النقطة ، والتيار المستمر في الدارة يجري بمسارين متعاكسين وتلتغي المجالات .

كيف يتم التحكم بالخطية ؟

يمكن التحكم بكل من سعة المسح والخطية بتنظيم التيار في ملفات المسح . توجد



الشكل (٦٢)

التحكم بخطية الخط القصير اللفة .

طريقة واسعة الاستخدام وتكمن بتأمين دارة قصر حول عنق أنبوب الأشعة الكاثودية ، تحت ملفات المسح ، التي تمتص بعض الطاقة ، طبقاً لمقدار إدخالها . انظر الشكل ٦٢ .

كيف يتم تأمين تعييرات الصورة الأخرى ؟

لقد رأينا بأن التضمين — أي الإشارة من مضخم الإشارات الحاملة للصور — يتم تطبيقه على أنبوب الأشعة الكاثودية لتغيير تيار الساتر الالكتروني التابع له . إن النصوع الكلي للصورة يتم ضبطه بتغيير الفلطية على شبكة خطوط المسح (على فرض أن تضمين الكاثود عادي) ويمكن أن يكون الضبط البؤري إما الكتروستاتياً بتغيير الجهود الكهربائية المطبقة على الكترود خاص ، أو مغناطيسياً بواسطة مغناطيس حلقي مركب حول عنق الأنبوب .

يمكن أن يكون تبديل الصورة إما كهربائياً أو مغناطيسياً . إن الأجهزة القديمة التي استخدمت التحكم الكهرمغناطيسي قد تم استبدالها بقطع المغناطيس الضابطة لحزمة الالكترونات . ويمكن أن نجد قطع مغناطيس صغيرة أخرى تصحيحية من أجل التصحيحات الصغرى بالقرب من طرف الأنبوب الواسع .

إن مصيدة الإيونات الموجودة على العديد من أنابيب الأشعة الكاثودية القديمة ، المتصلة مع المدفعة المحنية كانت مخصصة للتحكم بالحزمة بحيث كان يتم توجيه الإيونات الثقيلة نحو طرف الأنبوب ، بينما كانت الالكترونات تضبط وتنحرف لتعطي العرض بالارتطام على الشاشة الفلورية . ولقد كان يتم هذا لتجنب الإيونات من الارتطام بالشاشة وبالتالي مما يؤدي إلى إحداث إحتراق إيوني . إن الأسلوب المستخدم في الأنابيب الحديث لمنع حدوث هذا هو بتدعيم الشاشة من الخلف بطبقة رقيقة من الألمنيوم التي تمنع الإيونات من الوصول إلى مادة الشاشة الفلورية (أنها تقوم أيضاً بزيادة نصوع وتباين الصورة) .

إن مستوى التباين الكلي يتم ضبطه بتطبيق إنحيازية صغيرة قابلة للتعيير على خط التحكم الأوتوماتيكي بالكسب .

الفهرس

الموضوع	الصفحة
مقدمـة	٤
الفصل الأول (الكهربـاء)	١٩
الفصل الثاني (الأمواج الصوتية واللاسلكيـة)	٤١
الفصل الثالث (الترانزيستـورات)	٥١
الفصل الرابع (الدارات الأساسية)	٧٧
الفصل الخامس (كيفية عمل المستقبل اللاسلكـي)	٩٧
الفصل السادس (مبادىء التلفزيون)	١١٧
الفصل السابع (جهاز الاستقبال التلفزيـوني)	١٢٧

السلسلة العلمية المبسطة

محمد ناصيف

التلفزيون الملون

هذا الكتاب

● يعتبر الراديو والتلفزيون من أهم أجهزة التواصل بين مختلف أقطار الدنيا ، فإنك تستطيع وأنت خلف باب حجرتك المغلق أن تسمع وتشاهد كل ما يدور في أرجاء المعمورة من أخبار واكتشافات وأحداث ، ومن أجل ذلك أفردنا لهما هذا الكتاب على شكل أسئلة وأجوبة تعطي مزيداً من الإيضاح والتفسير واكتساب المعرفة .

● فإن أدى هذا الكتاب إلى شحذ الذهن ، وإثارة الاهتمام ، واكتساب الخبرة لدى القارىء الكريم فلن يكون الجهد الذي بذلناه قد ضاع سدى .

محمد ناصيف

